Nankai Reg. Fish. Res. Lab
Report
#14

REPORT OF NANKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

No. 14

NANKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY
SANBASHIDORI, KOCHI, JAPAN

September, 1961

LIBRARY
DEC 26 1961
FISH & WILDLIFE SERVICE

南 海 区 水 産 研 究 所 報 告

第 14 号

南 海 区 水 産 研 究 所

高 知 市 桟 橋 通 り

昭 和36年 9 月

魚 類 の 食 性 の 研 究 *

横田滝雄，通山正弘，金井富久子，野村星二

（南海区水産研究所）

Studies on the Feeding Habit of Fishes.

Takio YOKOTA, Masahiro TORIYAMA
Fukuko KANAI, Seizi NOMURA

(Nankai Regional Fisheries Research Laboratory)

* 南海区水産研究所業績 第 165 号

目　　次 (CONTENTS)

（1）緒　　言……………………………………………………………………………… 1

（2）第1部　後期仔魚の食性の研究………………………………………………… 7
Section 1. Study on the Feeding Habit of
Post Larval Fishes.
横田滝雄
1．海水中の micro plankton の研究
2．仔，稚魚の餌生物の研究
3．摘　要

（3）第2部　幼稚魚の食性について………………………………………………… 41
Section 2. On the Feeding Habit of Juvenile Fishes.
横田滝雄
1．研究の方法
2．予備研究
3．発生海域（Natal ground）での食性
4．成育海域（Nursery area）での食性
5．考　察
6．金環食時の幼稚魚の行動
7．要　約

（4）第3部　魚食性魚類の胃内容物の研究………………………………………… 153
Section 3. Study on the Stomach Contents of Predator.
横田滝雄，通山正弘
金井富久子，野村星二
1．研究材料の蒐集
2．胃内容物の調査方法
3．摂餌の状況
4．餌生物の出現状況
5．ブリの幼魚の自然減耗
6．附　録
7．要　約

（5）第4部　綜合考察……………………………………………………………… 203
Section 4. General Considerations.
横田滝雄
1．魚類の群聚体
2．食害についての考察

（6）Summary ……………………………………………………………………… 228

緒　　　　言

19世紀の末葉に北欧で組織的な研究機構の下に発足した漁業生物学(水産資源学)は，近年になって理論的には高度の発達した面もあるように思える。しかし，それらの理論が実際の漁業管理に貢献し得るや否やについては，まだ多くの疑問がある。その最大原因は漁獲経過とそれに応答する魚類の Biomass について，事後経過をいかにして手際よく整理するかということに努力が払われたものであって，魚類が構成している群聚体の生活そのものには全く無関心であった。

1）　適正漁獲量の研究は，水産資源研究での Orthodox とされた程であって，適正漁獲量なる概念に，最大年平衡漁獲量と，極大維持漁獲量との二つがある。

前者は，Branov，E. I.（1918），Russell，E. S.（1946），Ricker，W. E.（1948）を経て，Beverton，J. H.（1954）によって，ほぼ完成の境に達した，漁獲物曲線の解析を基礎としたもので，その代表的数式

$$Y_n = \frac{FRe^{-Mp}}{F+M}(1-e^{-(F+M)\lambda}) \cdots\cdots\cdots\cdots(1)\cdots\cdots\text{年平衡漁獲尾数}$$

R………年補充尾数（毎年一定）。

M………年瞬間自然死亡系数（一定）。

p………補充完了後漁になるまでの年数。

F………年瞬間漁獲死亡系数。

λ………漁獲の対象になる生涯の年数。

(1)式に Bertalanffy の成長方程式を導入すると，年平衡漁獲重量（Yw）の式が得られる。この式で，P 及び F を選べば、Yw が最大となる。

この方程式の数値解を得るためには，(1) 数量変量の単位となる個体群（Population，又は Sub-Population）の識別，(2) 各個体群の年令構成，(3) 各個体の年成長度，(4) 漁獲努力量，及び努力当りの漁獲量等の資料が必要であり，これらについては，多くの研究者の研究があって，その成果は，枚挙にいとまもなく，今後も更に続行されると思われる。しかし，この方法は，塞閉資源系のみを取りあつかったもので，しかも，相当高令まで，漁獲の対象となる魚種のみについて，満足な解を与えるものと考えられる。

極大維持漁獲量（極大年剰余量）なる概念は，容易に受け入れられるが，その姿は実に漠然たるもので，J,J,Hjort and Pan Ottestad（1933）の思想は，Population の増大に関する Pear Reed,Robertson のS一字曲線によって表現される。

$$P = \frac{S}{1+ae^{-ct}} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

年増大量は，$\frac{dP}{dt} = cP(S-P) \cdots\cdots\cdots\cdots \max$

$$\therefore \frac{d^2P}{dt^2} = c(S-2P) = 0$$

$$\therefore P = \frac{S}{2} \quad \text{適正 Population size}$$

従って

$$\frac{dP}{dt} = cP(S-P) = c\frac{S}{2}(S-\frac{S}{2}) = \frac{cS^2}{4}\cdots\cdots\text{極大維持漁獲量}$$

$$c\frac{S^2}{4} \div \frac{S}{2} = c\frac{S}{2}\cdots\cdots\text{適正漁獲率}$$

P………Population

S………P の極大値

a，c………恒数

この概念が持ち込めるのは，homogenous Population であって，Population の増大が，密度従属的に変化し，環境（生物的，無生物的）非従属的な場合か，高度に自己保存度の発達した生物の，Population に限られるように思われ，Gause, G. E.（1935）の環境従属性の補正式も，実験室生物にのみ適用

されよう。

水界は，物理的，化学的に特質を持つ多くの海流系，又は，水塊に分離された小宇宙を形成していて，その内部に多くの種類の生物が共存し，直接的に干渉しあう生態的に錯雑した関係を保ちつつ，群聚体を形成しているものであって，群聚体全体の生物体量（Biomass）は，密度従属的に変動するにしても，個々の群体は，環境従属的に，数量変動をすると考えられ，Lokta,A.T.（1925）．Volterra, V.（1931），Gause, G.E.（1935）による数学的考察や実験的観察のような，内部振動を続けているものであろう。

2）補充量の累年変化の研究

極大維持漁獲量の概念は，親魚一仔魚の関係を基本としたもので，Ricker,W.E.（1954），Clark,F.M.（1955），Marr,J.C.（1955）等が California Sardineについて stock size……recruitment size の関係を議論しているが，各自の主張の正当さを裏づけるに充分な資料が得られていない。村上（1954～1956）は東支那海のマイワシについて，親魚一若魚は正相関であるが，若魚一親魚は相関が認められないとした。

一般に，産卵数の多い魚種程，発生初期の減耗数が大きく，発生初期の生残率のわづかな増減が，補充量に大きな影響を与えるという考えがあって，それは，Fabre-Domergue and Bietrix（1899）による „la periode critique'' の思想に出発し，Hjort,J.J.（1914）の „critical period'' の存在の仮説となった。即ち「豊富な年級魚（卓越年級魚）はきわめて若い時期の生残尾数が多い時に発現する。いいかえると，或年級魚の尾数は，きわめて早期に定まるもので，しかも，他の年級魚との尾数比は，その生涯を通じて，同率に持続される」というのであって，発生の初期に，何らかの原因で，仔稚魚が多量斃死することがあり得る，この時期を „critical Period'' と理解されているようである。相川（1949）は，このような現象を „稚仔減損'' といい，一般的な自然死亡と区別している。

花村（1955)は，日本沿岸重要水族で，卓越年級魚の出現した多数の例を示して，このような卓越年級魚の発現する機構は，生物の増大，減少に週期性があるとする，宗教的熱情のみでは納得できない，補充機構の研究の必要があると強張した。

日本の沿岸漁業の主要漁獲物について，累年の年令組成を示すと，次の表のようになる。

漁獲物の年令組成

マイワシ　全国　（単位　10^6尾）

年令 / 年次	0	1	2	3	4	5	6	7	計
1954	14,839	998	740	315	80	38	2.6	1.1	17,013
1953	25,449	756	530	318	281	41	2.9	0.3	27,388
1652	18,510	1,359	649	598	129	20	14	43	21,285
1951	35,592	969	419	288	93	76	51	13	37,501
1950	29,548	889	314	186	114	32	1.0	1.0	31,085
1945	34,271	1,117	292	203	47	8	—	—	35,965

	マアジ太平洋南区（単位10^3）				ゴマサバ太平洋南区（単位10^3）			
年令 / 年次	0	1	2	3	0	1	2	3
1957	3,315,686	9,033	2,247	82	64,162	70,666	50,031	
1956	308,224	9,216	12,008		538,905	131		4,260
1955	252,217	42,081	5,230		55,499	5,733	2,512	
1954	213,955	28,366	9,560		582,403	807		2,500
1953	8,610,734	13,784	10,952		183,992	3,779		

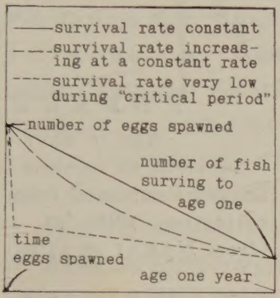
この表でも明らかなように，マイワシ，マアジ，ゴマサバの漁獲尾数は0才魚の漁獲尾数が，圧倒的に多いこと，及び，その漁獲量に，大きな累年変動がある。（横田，浅見 1956，横田，三田 1958），しかも，当才魚の卓越性は，高令魚に持続されることが少い，又，魚種毎に卓越年級魚の出現する年に相違があること

も理解できよう，このような現象が，日本の沿岸漁業の資源的な特徴であって，一般資源学的な適正漁獲量の概念では，処理できかねる環境に，研究者はおかれている。

発生初期の生残率は，海洋中に浮遊する魚卵，仔魚，稚魚を採集し，発生経過日数別に，個体の出現頻度を描いた，生残曲線を，注意深く解析することで，研究が進められている。Plate 1 は，各研究者によって得られた生残曲線を示したもので，後期仔魚えの移行期に多量斃死することを示すものに，中井（1955）があり体長 11mm の後期仔魚期の中間に，多量斃死することを示しているのに，Sette（1953），横田（1957），浅見（1958）がある。

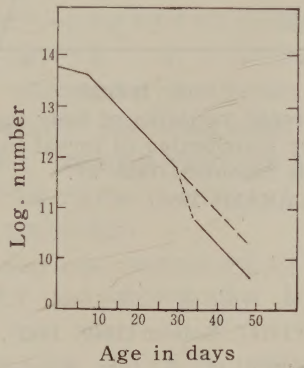
Plate 1

Panel 1



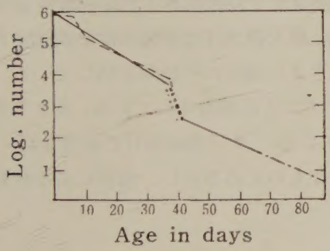
Three forms (schematic) which fish survival curves could take, from the time the eggs are spawned to age one year. (from Marr'55)

Panel 2



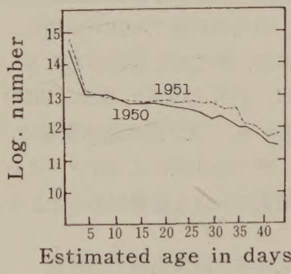
Survival rate of young stage of Atlantic mackerel (from Ahlstrom & Nair, MS.)

Panel 3



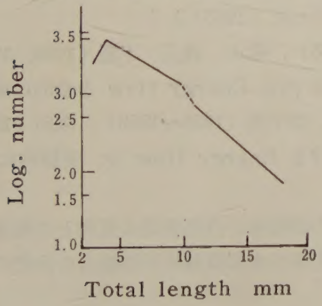
Survival of young stages of Atlantic mackerel. (from Sette. 1954)

Panel 4



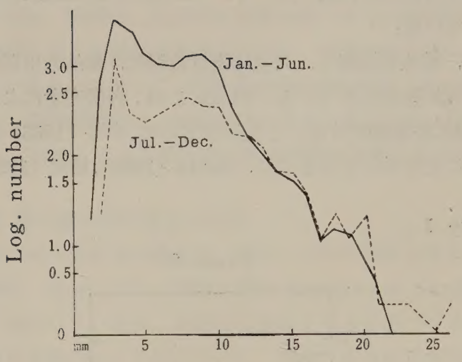
Survival of young stage of Pacific sardine in 1950 and 1951. (from Ahlstrom, 1954)

Panel 5



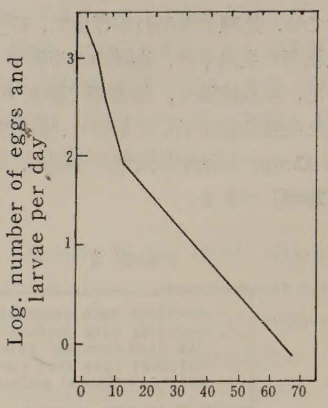
Total length frequency distribution of larval catch (Engraulis japonicus. '50-'55) (from YOKOTA)

Panel 6



Seasonal variation of body length frequency distribution of larval catch (Engraulis japonicus)1955-′57.
(from ASAMI 1958)

Panel 7



Survival of Sardine at Early Stages Estimated from Vertical collection, 1949- ′51
(from NAKAI et al′55)

Yolk 吸収後，外部に適当な餌生物が，欠乏しているために，餓死で多量斃死するとの考えを支持するものに，Hjort (1914)，Soleim (1940, 1942)，Sette (1943)，中井 (1955)，西村 (1957) があり，Lehour, M.V. (1916〜1920) は，多く仔魚，稚魚の消化管の内容物を調査し，魚種によって，餌生物にそれぞれ特徴があること，空胃空腹の個体が多いことを指摘している。Morris, R, W. (1955) は，イワシ類の仔魚は，口腔粘膜を通じて，海水中の溶存栄養物質を吸収することができるから，腸管に餌生物が発見できないものが多いという理由で，直に餓死するものが多いとはいえないとしている。倉田 (1959) は，ニシンの仔魚を，Artemia の Nauplius を投餌して飼育し，孵化後7週間までの生残率は，10〜20% 以上は期待できないとし，卵黄吸収後7〜10日の間に，多量斃死する個体は，餌を摂食する能力のない個体であって，それらの斃死には，潜在的な要因があるとした，又，餌生物の大きさの適否にも疑問を残している。

他方，堀田，小川 (1956)，堀田 (1957) は，北部太平洋で，カツオに捕食されている，カタクチイワシの稚仔の量の多い点，及び南西諸島海域で，カツオに捕食されている，サバ類の稚仔の研究を行った。畑中 (1956) は，サバの幼魚によるカタクチシラスの食害は，甚大なものであるとし，食害による減耗量の大小が，資源の補充に大きな意義があるとした。

3）漁業生物学の群聚生態学的発展

花岡 (1954, 1955) は，日本の沿岸漁獲量を，魚類の栄養水準別に統計的に整理して，「水産的生産量は，その海区の総体としての生物の Community を考えねば意味がないことになる」と記述した。このような考え方は，漁業生物学の研究者間に潜在していたもので，この花岡の記述は，多くの研究者の潜在意識を呼び起し，イワシの資源研究は，沿岸性洄游魚資源研究に拡大された (1955)。

魚類の群聚生態的研究は，記述的なものとしては，岡地 (1955)，横田，通山，工藤 (1956, 1958)，三国 (1958, 1959)，相川，江波 (1959) 等があり，Ecosystem 内の Energy flow を量的に取扱った動態研究に，林知夫 (1954〜1958) の野外魚類を対象としたもの，畑中等 (1956〜1958)，堀田 (1958) 等の実験室的な研究がある。畑中等の研究は，沿岸魚類生産系における Energy flow を，実験的に，しかも，量的に体系づけつつある所に大きな特徴を持っている。

筆者，及び，筆者の協力者は，魚類資源の補充機構を，魚類の群聚体の内部構造の変動との関連の下に解明しょうと試みているもので，昭和32年11月農林水産技術会議主催の水産資源研究協議会の決定による「魚種間の競合」が，研究の主題となっている。

ここに発表する一連の研究の内で，主体をなす幼稚魚の食性の研究は，既に2年前に脱稿したが，事情により出版がおくれていたものである。この間に発表されたものに，林，山口（'60）と田中（'60）との注目すべき著作がある。林等が多量の資料をよく整理した努力には敬意を表するが，餌生物の大きさに対する選択性に関する記述には，大きな疑問がある，$P=K\frac{n}{N}\alpha^3$ となる関係式を組立ててはいるが，図に示されているものの α に対して$\frac{n}{N}$を描いたものと本質的には異なるものではない。図示されたものをよく検討すると，P と α との関係は正規相関曲線になるかとも思われる。なお，大きな誤りは，この曲線が捕食魚の餌料魚に対する大きさの選択性によるものの理解としていることであろう。しかし，これは単に海洋中で，両種の遭遇の状況を忠実に反影しているに過ぎない。その最も良い例は，ハモとカタクチイワシとの関係に見られる。即ち，カタクチイワシは，F, L, 13.0cm以上のものは，内海周辺ではほとんど棲息していないが，ハモでは，肛門長 40.0 cm 程度のものは存在する。従って，ハモとカタクチイワシとの関係は，小型の Predator とカタクチイワシとのような関係は見られない。

田中（'60）の労作「水産生物の Population dynamics と漁業資源管理」は，我が国の Population dynamics の発展途上に，1つの終止符をつけたもので，Eumetric population model をほぼ完成の境に持って来たものの，その知見に基いては，資源の管理，或は，適正漁獲量の推定の困難さを述べたもので，おそらく Monospecific, population dynamics の発展の限界を示したものではなかろうか，この点山中（'61）の手先の器用さを示したものより，本質的な重要さがある。

ここで我々がつき破らなければならない障碍は，Recruitment size の年変動を支配する要因群ではなかろうか。

本論文は，次の4部より構成されている。

第1部　後期仔魚の食性の研究，

第2部　幼稚魚の食性について，

第3部　魚食性魚類の胃内容物の研究，

第4部　綜合考察，

この研究に御協力を賜った南海区水産研究所ブロック内の各県水試の職員の方々，南海区水産研究所沿岸資源部員，同串本支所の職員諸氏に深く感謝する。

第1部　後期仔魚の食性の研究

横　田　滝　雄

緒

この研究は，南海区水産研究所資源部長中井甚二郎氏の指導によって，海水中に分布する micro-plankton の定量調査と，後期仔魚（全長 11mm 以下）の消化管の内容物との観察とが主体となっている，特に micro-plankton の定量調査は，中井氏の指導による全国的なルーチン・ワークの一部を分担したものであって，同氏によって，全国的に統一した姿で取りまとめられるものと考えているが，同氏の意向によって，担当海区毎に整理することになった。

後期仔魚の消化管の内容物の観察は，筆者の現状で，魚種を同定し得るもののみを取り扱った。

本研究に当って，種々御指導賜った中井甚二郎氏に深く感謝したい，又，この研究に必要なる諸作業に従事された南海区水産研究所沿岸資源部の諸氏に感謝の辞をのべたい。

1，海水中の micro-plankton の研究

ここで，micro-plankton というのは，主として copepoda の Nauplii 期，及び，Copepodite 期の幼虫である。

1.1°　研究の方法

この研究の主目的は，天然海水中に，micro-plankton がどのような密度で分布しているかを推測するのである。従って，海水の Sampling size の問題を取り上げて，予備的な研究が行われた。その結果，1 ℓの海水を採集すれば，その中に含まれる micro-plankton の個体数の標本間の平均値の変動はあまり大きくないことが判明した。従って，ルーチン・ワークとしての標本採集のための採水量は，1測定について，1 ℓの採水をすれば充分であると判定された。採水容器は，径 9.5cm，高さ約 21.5cm のビニール製の円筒のもので，内容水の量は，外部より目測し得るように半透明であって，外側には 100cc ごとに目盛りが附してあり，1 ℓの海水と 100cc のホルマリン原液とが収容できるように作ってある。

海よりの海水の採集は，釣瓶，又は，採水器で表面，又は，任意の水層より採水して，その海水を前記の容器に1 ℓ収容して，ホルマリン原液を 100cc 加えて，生物を固定した後3～7日放置して，固形物を充分に沈澱させた上で，3段階に亘って沈澱濃縮法を繰り返して 10cc 以下に濃縮した後，海水を淡水で2回置換し，検鏡中にできてくる塩の結晶による観察の障害を除去した。このように，海水を淡水で置換することは，筆者位の年配のものでは，浮游生物学での第一段階としての知識であったが，戦中派，又は，戦後派の学生の中には，このような単純な，しかも，研究作業の第一歩をも知らないで卒業しているものの多いことに驚いた。特に近来漁業生物学の研究に従事している研究者の多くは，集められた data に取り組む方法はいくらか知っているが，data が作り上げられる過程の作業方法には全く無知といってよい。大学教育に再考を促したい。このような技術的な無知が多くの費用を投じて得られた data を全く無価値なものにする。本研究でも昭和34年4月～12月までの資料は，アルバイトの学生と，それを監督したものの無知によって，ほとんど信頼し得る資料でないことが判明したので，昭和35年以降は，筆者自身が直接観察を行った。

沈澱濃縮し，淡水置換を行って数日放置し沈澱が完了したのを認めて，上澄液を取り除き，沈澱物をスポイドで取り出し，mesh slide 上に適当に拡げて，アルコール・ランプの炎で，slide 上の物体が動揺しない程度に水分を蒸発させて検鏡した。

micro-plankton は，copepoda，及び，その幼体は，花岡に従って gymnoplea と podoplea に大

別したが， Podoplea と記述されているものの中には， copepoda 以外の Nauplius 幼体が含まれているものと思われる。

1.2° 標本採集点の選定

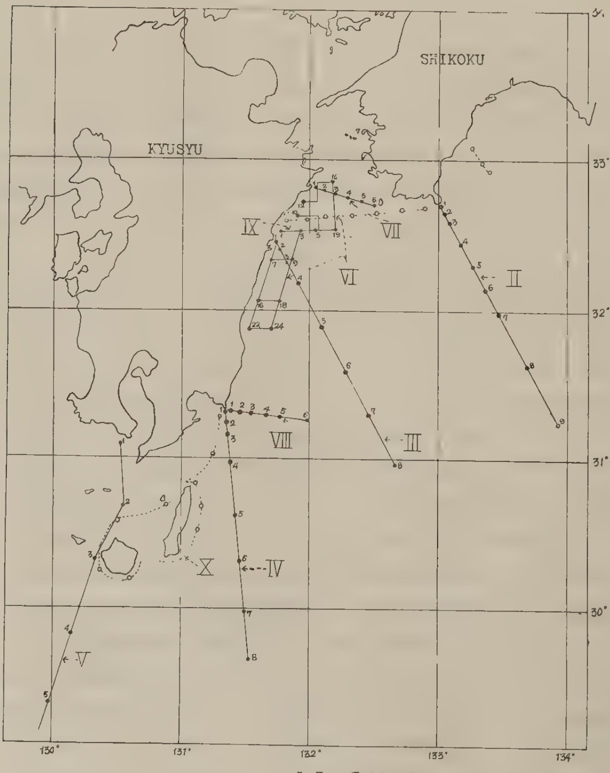
この研究に必要な標本採集点の選定は，特定の企図の持ったものではなく，漫然と，海水中にどの程度の密度で micro-plankton が分布しているかということであって，定量的な問題についてより以上の推定が進められるようにはできていない。

micro-plankton 定量用の採水は，第1図及び，第1表のようになって，水産庁の補助金による海洋調査定線，足摺岬 SSE,100 浬定線（高知県水産試験場），土々呂 SSE,100 浬定線，及び，都井岬 S,100 浬定線（宮崎県沿岸漁業指導所）で年4回，並に，大分県芹崎 ― 高知県沖ノ島定線，都井岬E/S，の両定線で毎月標本を採集するように計画されたが，実施は計画通りに行われなかった。南海区水産研究所の豊後水道定線では4点，日向灘定線では沿岸に近い測点4点，沖合側に4測点を定めて標本が採集され，土々呂 E沖合の週例調査定点5点の内より3点が抽出された。これらの調査定点の外に，種子島周辺，鹿児島県の調査定線等より，年1回の資料が提出されている。

Table 1

No.	Microplanktons Collected Lines	Station Nos.	Quater	Monthly	Weekly	Special
I	SHIO-no-Misaki S.150 miles	9	*			
II	ASHIZURI-Misaki SSE100 miles	9	*			
III	TOTORO off SSE 100 miles	8	*			
IV	TOI-Misaki S.100 miles	8	*			
V	SATSUNAN	5	*			
VI	BUNGO & HYUGANADA Lines	12		*		
VII	SERIZAKI to OKINOSHIMA Line	6		*		
VIII	TOI-Misaki E by S	6		*		
IX	TOTORO Line				*	
X	TANE-YAKU Lines					*

Fig. 1 Map showing the Observation Stations



* See Table 1.

以上の測点より採集された標本数は，昭和34年度には266本，昭和35年度には約400本に達した。

このような標本採集測点の抽出は，各測点で採水された海水の中に含まれている micro-plankton の数的な知見は得られても，これを調査全域に拡げた推測作業の資料としては使用できない。又，標本採集も表層のみについ

て行われたので，micro-Plankton の垂直的分布については何も考えられない。

1.3°． 研 究 の 成 果

以上のような標本の採集が行われたのであるから，ここでは，各採集点に出現した micro-plankton の個体数について，記述的な取り扱いのみを行う。

1.31． micro-plankton の出現数の季節変化

copepoda の Nauplius 型幼虫の出現数の季節的変化を取り扱い得る資料は，昭和34年度は，土々呂沖定線と日向灘定線のみであり，昭和35年度は，前記2定線の外に，豊後水道定線が加えられる。

Table 2. Numbers of Nauplii per Litter

	No. St.	'59. 4	5	6	7	8	9	10	11	12
土々呂沖定線 Off TOTORO Line	1	4	35	10		4	2	0	3	1
	3	5	28	5		0	0	2	1	5
	5						1			3
	m	4.5	31.5	7.5		2	1	1	2	3
	1					{3, 6, 2}	1			2
	3						0			4
	5					1	0			
	m					3	0.3			3
	1					7	0			5
	3					15	3			0
	5					0	0			5
	m					7.3	1			3.3
	1						4			7
	3						1			0
	5						2			6
	m						2.3			4.4

昭和34年度での出現数の季節的変化を，土々呂3定点での調査日毎の Nauplius 型幼虫の合計数で示したのが，第2図及び，第2表であって，5月中旬に出現数が著しく増加し，その後急激に減少し，8月下旬に1時的に増加を示しているが，9月〜10月には最小となり，11月より徐々に増加して2月上旬に1つの Peak を示している。しかし，この3点で採集された Nauplius の個体数が，30個以上になったのは，12ケ月23回の調査で，僅かに5月下旬と2月中旬の2回に過ぎなかった。

日向灘定線，及び，豊後水道定線での採集状況は，第3表のようになる。

昭和35年度の状況を，定線別に見ると，第4表のようになって，日向灘定線と豊後水道定線での採集数の合計では，4月上旬より，Nauplius の出現個体数が増加し，5月に顕著な Peak を示し，6月より減少しはじめ，8月に最少となり，9月より12月までは，低い水準でわずかながら波動状況を示している。5月に出現数の Peak が見られたことは，前年の土々呂定線の場合と同様である。土々呂沖定線の3定点で採集した個体数の月変化は，第5表のようになって，4月下旬より5月中旬に Peak があって，昭和34年度の同期の Peak より3倍以上高く，3点での採集個体数は，133個となっている。5月中旬以降，採集個体数は次第に減少して，8月下旬に最少となり，9月以降は，8月よりは高い水準にはあるけれども，顕著な増加傾向は認められない。

Fig. 2, Monthly Fluctuation of Nauplii Larvae Counts per 1 L. Sea Water at 3 Stations of Weekly Observation Line off TOTORO.

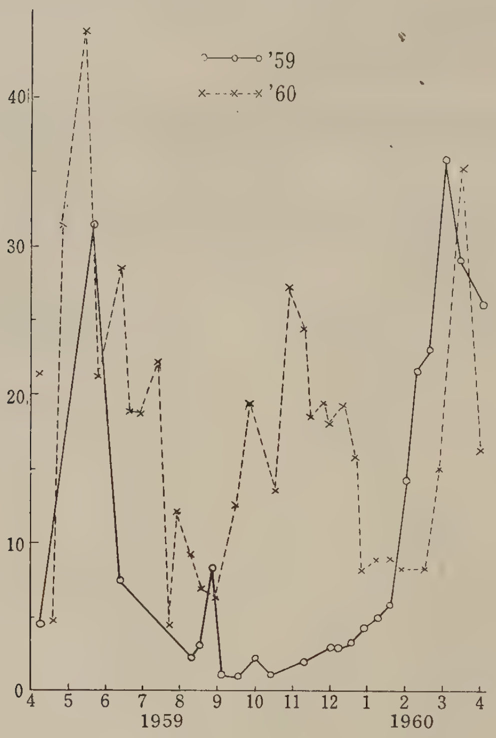


Table 3. Numbers of Nauplii per Litter

Lines 定 線	No. St.	'59. 4	5	6	7	8	9	10	11	12
BUNGO-SUIDO	10								2	1
	12					* {7, 3, 8}			2	0
豊 後 水 道	16	24				37	2	0	0	0
	19	14				3	2	7	4	1
HYUGANADA	1	4	35	10		2	2	0	3	2
	3	5	28	5		4	0	2	1	4
	7	11	9	0		0	1	0	2	2
	9	1	25	1		2	2	4	1	1
日 向 灘	16	65	8	12		10	3	1	0	4
	18	11	4	11		4	3	0	0	0
	22	28	14	4		4	0	1		1
	24	2	6	3		9	0	5		0
	Sum	165	155	46		93	15	20	15	16

Table 4. Numbers of Nauplii per Litter G……Gymnoplea P……Podoplea

Lines	Month	'60. 1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		'61. 1		2		3	
	St.	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P
HYUGANADA 日向灘	1	3	2	17	10	14	4	14	17	15	26	14	18	9	55	11	7	1	3	3	8	7	22	2	11	6	15	4	3	5	4
	3	2	1	11	5	3	6	9	10	2	23	16	12	0	8	0	9	6	28	2	9	1	4	3	18	6	13	3	2	2	5
	7	3	1	19	9		2	9	17	20	47	1	10	1	8	0	5	11	26	5	12			4	14	3	5	2	12	3	14
	9	1		8	3	2	2	4	20	4	28	3	0	1	1	1	0	0	4			5	5	6	2	3	8	3	3	2	16
	16	1	3	12	8	7	4	3	21	7	21	6	4	3	5	4	6	1	13	4	7	4	12	3	11	1	4	0	7	13	13
	18	2	0	6	5	4	2	5	10	1	7	13	10	0	3	4	3	0	8	7	5	0	15	1	3	4	8	8	4	6	19
	22	2	1	10	4	3	4	0	10	2	5	1	3	0	4	1	0	1	6	1	7	5	4	6	6	3	5	4	9	11	12
	24	0	1	4	8			5	9	0	5	7	10	3	1	1	3	0	0	1	1	12	8	2	6	4	3	0	5	6	7
BUNGO-SUIDO 豊後水道	10	3	3	5	9	3	0	6	16	3	38	12	1	8	13	5	11	1	5	0	12	2	20	6	5	3	4	16	13	4	10
	12	2	3	13	7	8	1	7	7	20	110	28	19	10	36	4	6	5	6	3	5	11	17	11	3	4	10	9	7	5	14
	16	5	0	3	10	2	1	3	3	142	382	1	5	1	4	0	1	3	17	2	2	4	13	18	12	6	12	14	4	7	9
	19	3	1	6	4	2	5	9	9	5	15	1	5	0	5	0	3	0	7	0	3	6	8	3	2	5	3	28	15	2	3
Sum		27	16	114	82	48	31	74	149	221	707	103	97	36	143	31	54	29	123	28	71	57	128	65	93	48	90	91	84	66	126

Table 5. Numbers of Nauplii per Litter

Lines	Month	'60. 1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		'61. 1		2		3	
	St.	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P
上々呂沖 Off TOTORO Line	1	2	0	12	7	18	4	19	22	13	54	6	11	18	14	3	13	3	20	4	5	10	39	3	16	5	11	6	8	44	45
	3	10	2	15	12	17	6	4	14	11	15	6	48	12	24	0	6	4	11	11	10	4	8	10	9	4	5	3	5	15	15
	5	0	1	13	5	10	8	1	2	11	29	1	12	0	9	2	4	3	1	5	7	2	7	6	12	0	4	0	4	10	16
	Sum	12	3	40	24	45	18	24	38	35	98	13	71	30	47	5	23	10	32	20	22	16	54	19	37	9	20	9	17	69	76
	1	5	4	31	7			3	3	2	19	26	21	1	5	1	7	5	34	9	38	3	21	6	7	8	4	4	8	4	16
	3	2	4	23	15	9	12	1	7	15	13	1	4	0	2	1	6	1	12	8	8	6	7	6	13	6	5	6	10	3	11
	5	5	12	6	9	11	8			5	7	4	2	0	4	0	7	1	5	4	16	3	8	5	10	3	2	12	6	0	5
	Sum	12	20	60	31	20	20	4	10	22	39	31	27	1	11	2	20	7	51	21	62	12	36	17	30	17	11	22	24	7	32
	1							13	55			5	22	7	28	2	6					13	7	9	5	1	10				
	3							3	16			6	10	3	0	4	3					9	6	3	5	3	6				
	5							9	27			1	10	0	3	0	2					5	15	0	2	5	1				
	Sum							25	98			12	42	10	31	6	11					27	28	12	12	9	17				
	1															0	7					8	24								
	3															0	5					1	3								
	5															0	3					2	9								
	Sum															0	15					11	36								

これらの定線以外の定線では，周年観測が行われていないので，Nauplius の出現個数の季節的変化を推定することは困難であるが，一般的な傾向としては，4～5 月に出現個数が増大し，8月頃には減少し，12月頃には増加する傾向があるように思える。

大きく類別した Gymnoplea と Podoplea の出現割合の季節的な変化を見ると，日向灘，豊後水道定線では，1月～3月に Gymnoplea が優勢であるが，4月以降12月までは，Podoplea が優勢であって，特に，4月，5月では，Podoplea が圧倒的に優勢である。地理的な関係を見ると瀬戸内海よりの流出水の影響を強く受ける，豊後水道定線の測点16では，Podoplea が特に卓越しているように思える。

1.32. micro-plankton の出現数の地理的変化

Nauplius の出現頻度を示す第2～5表と，標本採集位置を示す第1図とを対比して見るに，Nauplius の出現頻度は，沿岸に最も近い定点，例えば，日向灘定線では定点1，7，16，22点では，沖合の定点より採集個体数が多い，豊後水道定線でも同じようなことがいえる。しかし，都井岬 E/S の定線では，定点2，3に多く出現し，最も沖合の定点5は，定点4より出現個体数が多くなっている。これは，暖流の分派が，定点4の点を北上しているためと考えられる。足摺岬 SSE の定線（第1図）での4月の調査によると，定点3～4，6，8に比較的 Nauplius の多い水塊が認められる。この水塊中には，マイワシの卵が多く分布していて，暖流の分派と沿岸水塊とが複雑に分布しているものと考えられる。芦崎～沖の島定線では，測点4，又は5での Nauplius の採集個数が少ないような傾向が見られる。これは，豊後水道に向う暖流分派が，これらの点に強く影響するためと考えられる，単純に沿岸より沖合に引かれた定線では，Nauplius の分布は，沿岸寄りに多く，沖合の定点では少いといえよう。

1.33. Nauplius Copepodite の体形の大きさ

Nauplius の体長，体巾分布は第6，7表のようになって，体長では 500～600μ より大きいものは出現しなかった。一般の Podoplea は Gymnoplea より小形であるが，11月に出現した ～600μ のものは，Podoplea の Nauplius と思われた。体長 ～250μ までのものが，出現数の大部分を占め 100～150μ のものの出現割合が最も大きい，Nauplius の体長組成に，月変化があるように見えるのは，前に記述したように，季節的に Podoplea と Gymnoplea の出現割合が異なるためであろうと考える。Nauplius の体巾では，50μ 以下のものが⅔以上を占め，最大のものは ～300μ に達している。

Copepodite の体長は，第8，第9表の通りで ～200～950μ までのものが出現しているが，Peak が ～350μ，～450μ，～600μ にでている。これは明らかに種の相違によるものと思われるが，種の査定はできなかった，体巾は，～50～250μ となって，Nauplius の体巾の分布の巾より狭くなっている。Nauplius の平均体長は 156.1μ，体巾 67.7μ で体長（B.L）体巾（B.W）との比 $BW/BL=\frac{67.7}{156.1}=0.43$ であり，

Copepodite では$BW/BL=\frac{129.2}{519}=0.25$

となって，Copopodite の体巾の方が，体長に比して小さくなっている，このようなことが，稚魚の摂食作用に大きく影響するようである。

Table 6. Body Length and Body Width of Nauplii

Date \ B.L	Body Length ~50	~100	~150	~200	~250	~300	~350	~400	~450	~500	~550	Sum	Body Width ~50	~100	~150	~200	~250	Sum
'59. 3			3	7	6	7	4	2	1			30						
4	1	20	46	34	15	5						121	51	60	6	4		121
5	11	54	45	27	16	2						155	79	66	9			154
6	8	12	17	19	6	4						66	32	30	4			66
8	18	130	78	49	20	2						297	171	110	16			297
9		13	11	3								27	21	5	1			27
10		7	9	4	2	1						23	16	7				23
11		16	16	12	4	1	2					51	26	25				51
12	3	22	20	7	2							54	31	22	1			54
'60. 1		62	78	37	20	3						200	131	64	5			200
2		115	109	58	60	3	10	2	2	1		360	321	20	10	5	4	360
3	3	237	105	56	74	13	4					492	421	52	15	1	3	492
Sum	44	688	537	313	225	41	20	4	3	1		1,876	1,300	461	67	10	7	1,845

Table 7. Body Length and Body Width of Nauplii

Date \ B.L	Body Length ~50	~100	~150	~200	~250	~300	~350	~400	~450	~600	Sum	Body Width ~50	~100	~150	~200	~250	~300	~350	Sum
'60. 4		152	445	177	97	21	14	14	10		930	735	170	13	6	2	4		930
5	2	101	562	662	224	130	48	5	7		1,741	1,241	429	64	4	2	1		1,741
6	3	101	215	54	13	9	1				396	329	64	3					396
7		217	540	179	143	101	8		1		1,189	824	357	7	1				1,189
8		22	63	23	7	7			2		124	93	25	3	1	1	1		124
9	4	56	200	52	24	10	1				347	297	49	1					347
10	1	39	180	29	16	1	3				269	214	51	4					269
11	5	198	316	81	45	7	3			2	657	549	98	7	1	2			657
12	1	87	206	68	39	6	1		1		409	309	90	9	0	1			409
'61. 1		40	152	65	36	9	5		1		308	149	116	39	1	2	1		308
2	5	39	107	27	38	12	10	1	5	3	247	98	101	40	3	3		2	247
3		59	161	67	66	12	8	1	1	2	377	147	192	27	4	4		3	377
Sum	21	1,111	3,147	1,484	748	325	102	21	28	7	6,994	4,985	1,742	217	21	17	7	5	6,994

Table 8. Body Length and Width of Copepodid

B.L / Date	Body Length ~150	~200	~250	~300	~350	~400	~450	~500	~550	~600	~650	~700	700<	Sum	Body Width ~50	~100	~150	~200	~250	~300	Sum
'59. 3							1	4	6	7	4	3	16	41							
4					2	3	3	5	9	4	4	3	10	43		2	14	15	9	3	43
5					2	3	5	2	1	3	1	1	4	22		2	14	3	3		22
6						4	0	5	2	0	1	2	6	20		5	7	1	4	3	20
8					3	6	4	9	3	5	5	2	7	44		4	21	12	6	1	44
9			4	6	3	1	2	1	1	0	1	1	8	28		14	6	8			28
10			2	2	1									5		4	1				5
11			3	3	4	3	2	2	0	1	1	0	1	20	3	11	6				20
12		2	6	5	3	3	5	0	2	0	2	0		28		18	9	1			28
'60. 1				4	20	10	10	4	3	10	0	3	3	67	2	44	18	3			67
2	1	2	4	9	12	3	6	2	0	1	0	0	1	41	14	24	2	1			41
3			4	4	18	16	29	25	0	8	2		2	108	7	78	23				108
Sum	1	4	23	33	68	52	67	59	27	39	21	15	58	467	26	206	121	44	22	7	426

Table 9. Body Length and Body Width of Copepodid

B.L / Date	Body Length ~200	~250	~300	~350	~400	~450	~500	~550	~600	~700	(~850) ~800	~950	Sum	Body Width ~50	~100	~150	~200	~250	~350	Sum
'60. 4		3	16	36	1	53	21	1	21				152	5	117	30				152
5		6	21	44	0	46	13	0	12				142	6	102	32	2			142
6		1	9	12	2	8	1		3				36	8	23	5				36
7	2	20	38	28	3	22	21	3	11				148	25	92	31				148
8		3	4	1	0	3	3			1	1		16		12	4				16
9	1	14	12	16	0	6	14		3		1		67	3	53	11				67
10		6	10	12	0	9	11		5				53	6	34	12	0	1		53
11	2	15	17	14	0	23	20	0	13		2		106	14	69	21	1	1		106
12	2	5	9	13	0	23	6	0	3	1		2	64	14	42	7	0	1		64
'61. 1		8	11	21	2	16	9	0	2	1	(2)		72	3	47	20			2	72
2			6	11	0	18	14	0	7	3			59	3	26	30				59
3	1	2	3	10	1	8	7	0	11	1	(2)		46		19	24		3		46
Sum	8	83	156	218	9	235	140	4	91	7	4 (4)	2	961	87	636	227	3	6	2	961

1.4°．海水中の仔稚魚の棲息密度

附表1は，日向灘定線（H），及び，豊後水道定線（B）の各定点でⓉ Net で採集された稚魚の魚種別個体数と，Nauplius の測定数を記入したもので，稚魚数は海水 1000ℓ の個体数であり，Nauplius は海水1ℓ中の個体数である。これらの表で，稚魚数が最も多かったのは，1960年5月，日向灘定線で，定点14のカタクチイワシの稚魚2,568尾，サンマ6尾，ヒメジ1尾，計2,575尾となっている。これを，1ℓ中の尾数に換算すると，2.6尾である。他方1ℓ中の Nauplius の個体数は，この定点では求められていないが，近隣の定点とほぼ等しいものとすれば，定点14は最も沿岸に近い定点であって，定点7又は定点16での Nauplius の採集個数で，近似できるとすれば，28～67となり，1ℓ中の Nauplius の数は，1ℓ中の稚魚の数の10～26位程度となっている。同定線の定点7では，1ℓ中の稚魚数0.066であり，Nauplius の数は67で稚魚の密度に比較して Nauplius は1000倍の分布密度を持っているといえよう。

一般に沿岸水域では，Nauplius の分布密度は，稚魚の分布密度より甚だしく大きいものであるといえよう。

以上のように，附表1の46枚を調べてみると，海水1ℓ中の Nauplius の数は，海水1ℓ中の後期仔魚数の1000倍以上の場合が多い，しかし，カタクチイワシの稚魚のみが，いちじるしく集積されていることがあって，それは，1960年3年，4月，5月の日向灘定線に見られるような状況になる。

2．仔，稚魚の餌生物の研究

この研究では，全長（Total length）10mm 以下の後期仔魚，及び，稚魚を主として取り扱った。

研究の方法は，さきに行った幼稚魚の食性の研究とほぼ同様であるが，イワシ類，ネズミギス，エソ類，及び Leptocephalus 型の仔，稚魚は，95％のグリセリンに滲漬して透明化して，消化管内に餌生物の有無を確認した上で，餌生物の摘出，及び，査定を行った。

餌生物の研究の対象となった標本は，南海区水産研究所の月例海洋調査定線で Ⓣ Net で採集された仔稚魚標本であって，魚種名は，松原喜代松著「魚類の形態と検索」（石崎書店刊）によった。

取り扱った魚種は75種に達するが，標本数が極めて少い魚種もあって，実際の検討に使用できるものは57種程度であって，主なるものは第10表の通り次のようになる。

(1) ニシン目，マイワシ，カタクチイワシ，ネズミギス，（3種）

(2) ハダカイワシ目（種名査定不能）

(3) ダツ目，サンマ，サヨリ，ツマリトビウオ，ツクシトビウオ，アリアケトビウオ，トビウオ類（種名査定不能）（6種）

(4) ヨウジウオ目，サギフエ（1種）

(5) スズキ目，ボラ，ヤマトカマス，マサバ，ゴマサバ，サバ類（ゴマサバ，マサバの区別の出来ないもの），マルソウダ，シイラ，マアジ，アジ類（マルアジと考えられる）マルアジ，ブリ，ヒラマサ，カンパチ，ヒメジ，テンジクダイ，テンジクイサキ，メジナ，キス，ムツ，ハタの類，アカムツ，スズキ，アラ，クログチ，クロダイ，チダイ，タイ類（マダイ？），カスミサクラダイ，タカノハダイ，ヒシダイ，クラカケギス，ミシマオコゼ，イソギンポ，ナベカ，ニジギンポ，ギンポ類（イソギンポのように思える），シロウオ，オヤビッチャ，スズメダイ，カゴカキダイ，キンチャクダイ，アイゴ，（39種）

(6) フグ目，カワハギ（1種）

(7) カジカ目，カナガシラ，ホウボウ，セミホウボウ（3種）

(8) カレイ目，ヒラメ（1種）である。

2．1°．研究材料仔稚魚の体長組成

研究材料として取扱った後期仔魚，及び，稚魚の主要なものは，第10表の通り57種であって，比較的小型で，多くの稚魚標本が得られ，更に種類の査定の可能なものは，マアジ，マルアジ，アイゴ，カスミサクラダ

イ，ギンポ類であって，2.5mm 以下の体長で，既に，Yolk Sac がなくなり，外部より餌を摂取している。比較的大型まで，Yolk Sac を持っているものには，サンマ及び，トビウオ科の魚種で全長 5.0〜7.0mm仔魚まで，Yolk が残っている。その他の魚種では，全長 3.0mm に達すると，Yolk を失い，外部より餌を求めるようになると思われる。その外の魚種で，3.0mm 以下の標本の記載がないのは，魚種の判別が困難なもの，例えば，サバ属の魚種で，サバ類としては，既に 3.0mm 以下のものが取り扱われているが，これを，ゴマサバとマサバに分離することの可能なのは，筆者の現在の知識の段階では，全長が，4.0 mm に近づかないと不可能であったり，又，小型幼稚魚の記載された参考文献がないために，稚魚の査定が困難なものは除外されているものが多い。この研究の主要な目的は，Hjort, J, J（1914）によって提唱された''Critical Period'' の存在の仮説を検討することであるので，Yolk 吸収直後の標本を多く取り扱う必要があったが，㋔ Net の持つ選択性で，後期仔魚の標本は多く得られなかった。しかし，最も問題となっているイワシ類の稚魚では，天然状態より採集された稚魚でも，全長 3.5mm までは，Yolk Sac を持っている個体が多いことは明らかとなり，Yolk Sac の残存する個体は研究の対象より除外した。

この研究で取り扱った魚種はニシン目（Clupeida）3種，内マイワシは後期仔魚の標本は得られなかったが，カタクチイワシ，ネズミギスでは，後期仔魚の標本が得られた。これらの稚魚は，全長が 30mm 以上になるまで，消化管は1本の単純な管であることは既に記述した通りである。ハダカイワシ科の後期仔魚は，多種類出現するようであるが，種の判定は困難であったので一括してハダカイワシ類とした。

ダツ目，特に，サンマは全長 5.0〜6.0mm まで Yolk Sac が残存している。サヨリ科の魚種には，比較的小型で Yolk を吸収し終えるものと，全長 5.0〜6.0mm まで Yolk の残存するものとがある。トビウオ科の魚種も一般に，Yolk 保有の仔魚の体長が大きい。サギフエ科の魚種は，全長 2.5mm を越えたものには，Yolk が残存する個体は，ほとんどなく，吻の延長工合と，体の成長割合とが，成長の進むに従って異ってくる。

スズキ目の魚種が，種類的には最も多く出現しているのは，南方海域の特徴ともいえよう。出現魚種数は40種であって，産業的に重要なサバ科，アジ科，スズキ科の主要魚種の後期仔魚，稚魚が含まれている。この型では，仔魚の Yolk Sac 吸収完了時の全長は，一般に小さくて，全長 2.3〜2.6mm で，多くの魚が Yolk の吸収を終えて，消化器管も，ニシン科の魚種に比較して，複雑に発達していることは，既に記述した通りである（幼稚魚の食性について)。チョウチョウウオ科の魚類も，小型で Yolk の吸収を完了している。ホウボウ科の魚種は，胸鰭の発達形に特徴があって，種の同定は比較的容易であるが，この調査期間では，小型なものは出現しなかった。

この研究で取扱った後期仔魚，稚魚の全長組成は，2.0〜2.5mm より 11.0mm に亘っているが，全長，3.5〜4.0mm，4.5〜5.0mm，5.5〜6.0mm，6.5〜7.0mmと，1.0mmおきに Peak が見られ，7.0mm までは，個体数が増加し，これを越えると個体数が減少している。このような傾向は，資料の多い魚種では，ほぼ同様な傾向にあるといえよう。

2.2°. 仔，稚魚の季節的出現状況

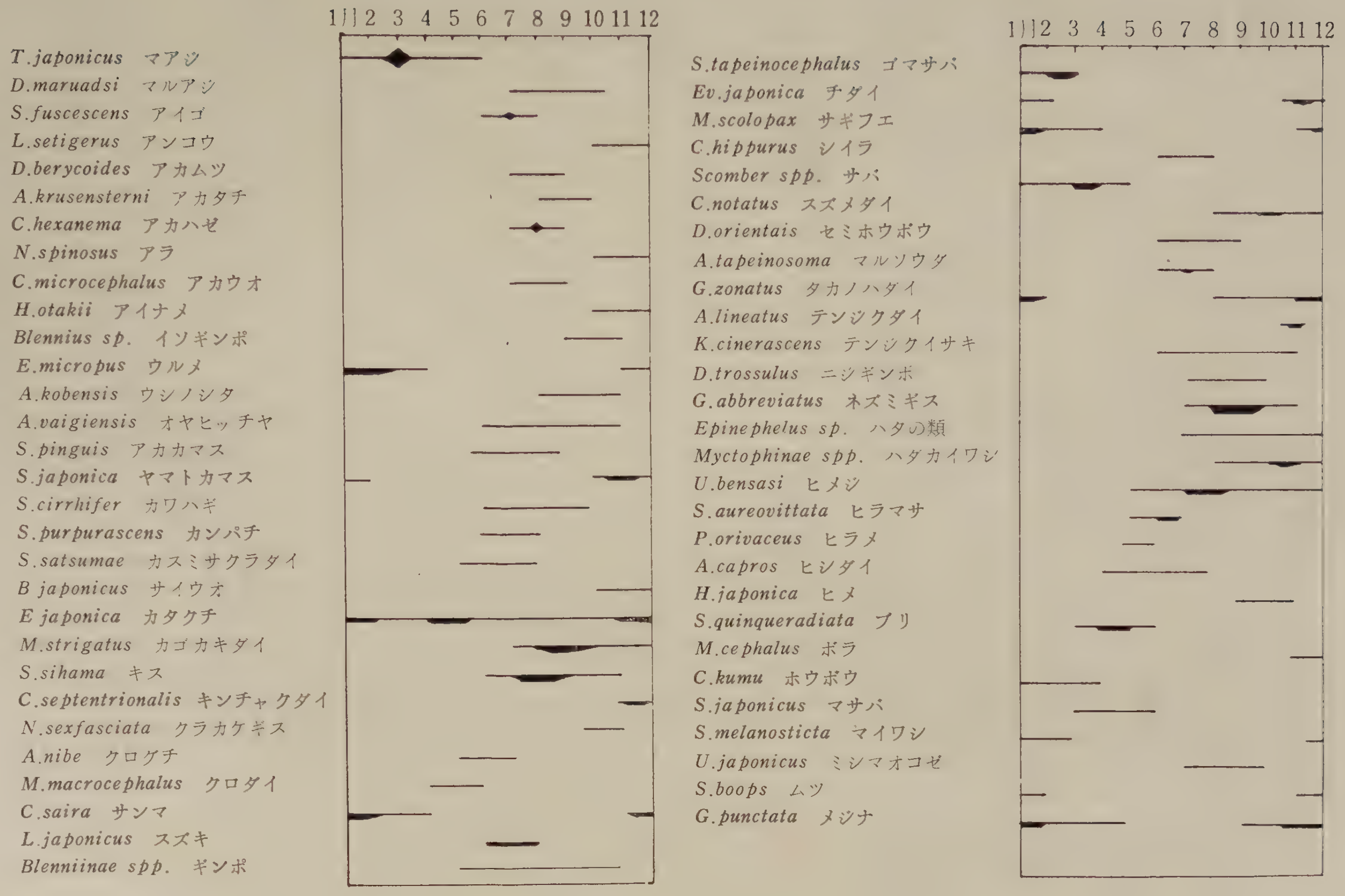
仔，稚魚の出現量は季節的に大きな変化がある。周年に亘って出現するのはカタクチイワシであるが，その出現量の Peak は4〜5月，10〜12月である。ウルメイワシでは11月頃より翌年の5月頃まで，マイワシでは12月頃より翌年5月頃まで，一般的にいって，1月〜5月頃の仔，稚魚が出現するものに，トビウオ類，サバ類，アジ類，ホウボウ類があり，春より夏に亘って出現するものにシイラ，マルソウダ，ブリ，ヒラマサ，カンパチ，アカカマス，クログチ，クロダイ，スズキ，ヒシダイ，アイゴ等があり，夏より秋に亘って出現するものには，ネズミギス，ハダカイワシ，タチウオ，ヒメ，マルアジ，ヒメジ，オヤビッチャ，カゴカキダイ，キス，アカムツ，テンジクダイ，ギンポ類等があり，秋季より冬季に亘って出現するものには，ボラ，ヤマトカマス，タカノハダイ，メジナ，チダイ，ムツ等がある。冬より春に出現するものには前記のイワシ類の外に，サンマ，サギフエ等がある。マルソウダの仔稚魚は，熱帯，亜熱帯，温帯海域に亘って広く分布して出現し，温帯海域での産卵が季節的に最もおくれるといえよう。

Table 10. Body Length Composition of Post-Larvae

BL. μ ~ / Species Name	2,500	3,000	3,500	4,000	4,500	5,000	5,500	6,000	6,500	7,000	7,500	8,000
S.melanosticta マイワシ										1	1	
E.japonica カタクチイワシ		19	39	94	35	80	40	115	25	90	38	79
G.abbreviatus ネズミギス		2	2	12	8	23	14	14	8	25	1	9
M.spp. ハダカイワシ		9	6	7	2	2						
C.saira サンマ							1	7	5	23	9	16
H.spp. サヨリ												
P.brachypterus ツマリトビウオ												
C.heterurus ツクシトビウオ										1		1
C.starksi アリアケトビウオ								1	1			
E.spp トビウオ								1		1		
M.scolopax サギフエ		4	1	2	9	14	11	19	5	30	17	29
M.cephalus ボラ						1		1		3	1	5
S.japonica ヤマトカマス		1	1	9	1	7	1	1				
S.jopnicus マサバ				4	3	11	8	12	1	6	1	2
S.tapeinocephalus ゴマサバ				2	4	4	4	5		2		1
S.spp. サバ		5	7	19	9	8	2	3	7	10	2	14
A.tapeinosoma マルソウダ		10	3	1		3			1			
C.hippurus シイラ												
T.japonicus マアジ		2	2	3	1	2	1		1	2	1	2
C.spp. アジ亜科	2	10	1			1		1		3	5	9
D.maruadsi マルアジ		35	3	5		1		1	1	2		
S.quinqueradiata ブリ								1	2			2
S.aureovittata ヒラマサ												
S.purpurascens カンパチ												2
U.bensasi ヒメジ		11	4	10	7	13	10	13	16	37	13	31
A.lineatus テンジクダイ				1	1							1
K.cinerascens テンジクイサキ									2	3		2
G punctata メジナ		2	3	8	10	13	9	26	2	28	11	15
S.sihama キス		3		6	7	6	3	2	2	1	0	2
S.boops ムツ		1	1	2	1	4						
Epinephelus sp. マハタ類		1	5	4	7	5		3				
D.berycoides アカムツ		1	1	2	1	1	1	1	0	2		
L.japonicus スズキ		6	5	5	0	1	1					
N.spinosus アラ			1	2								
A.nibe クログチ					1		1			1		
M.macrocephalus クロダイ				1		3	3	1			1	2
Eu japonica チダイ						1		1				1
S.spp. タイ科								1				1
S.satsumae カスミサクラダイ	1	5	2	1	1	1	1					
G.zonatus タカノハダイ		7	9	27	7	34	11	27	9	44	7	32
A.capros ヒシダイ		1			1	1		1				
N.sexfasciata クラカケギス									1			
U.japonicus ミシマオコゼ										1		1
Blennius sp. イソギンポ				2							1	1
O.elegans ナベカ								1				
D.trossulus ニジギンポ										1	1	
Blenniinae. spp イソギンポ亜科	5	4	3	2	0	1				1	2	2
L.petersi シロウオ												
A.vaigiensis オヤビッチャ									1	2	0	1
C.notatus スズメダイ		7	2	3	1	2		2				
M.strigatus カゴカキダイ		8	2	12	2	2	3	4	1	3	2	4
C.septentrionalis キンチャクダイ		1		1	1							
S.fuscescens アイゴ	3	1	1	1	3	1						
S.cirrhifer カワハギ				1			1	1		1	1	1
H.otakii アイナメ		1				1						
L.sp. カナガシラ						1						
C.kumu ホウボウ										1	1	
D.orientais セミホウボウ					1					2		
P.olivaceus ヒラメ												
Sum	11	157	104	249	124	253	126	266	91	352	116	268

8,500	9,000	9,500	10,000	10,500	11,000	11,500	<
1							
26	55	15	24	2	7	1	
3	7		10		1		1
5	10	3	10		2		3
			1				
							2
							1
	1				1		
			1				
9	10	6	4	1			2
	2						
	4	1	2	1			
1							
9	12	6	10	5	4		3
						1	3
	4		2		1		1
1	3		2		1		
	1	1					
	3	2	1	2	1		2
1	1	1			1		1
	1						
17	43	13	24	6	16		26
1	2	2		2		2	
3	18	2	15	2	3		2
1		1	1	1	2		1
1			1				
		1					
3	12	4	15				
1	1	1	2		1		2
1	1		1				4
0	1						1
			2				
0	4	0	4	0	1		
3	3						
1	0	0	7				
					11		
	1						
				1			
88	200	59	139	23	45	4	55

Fig. 3 Seasonal Occurrence of Larval Fishes

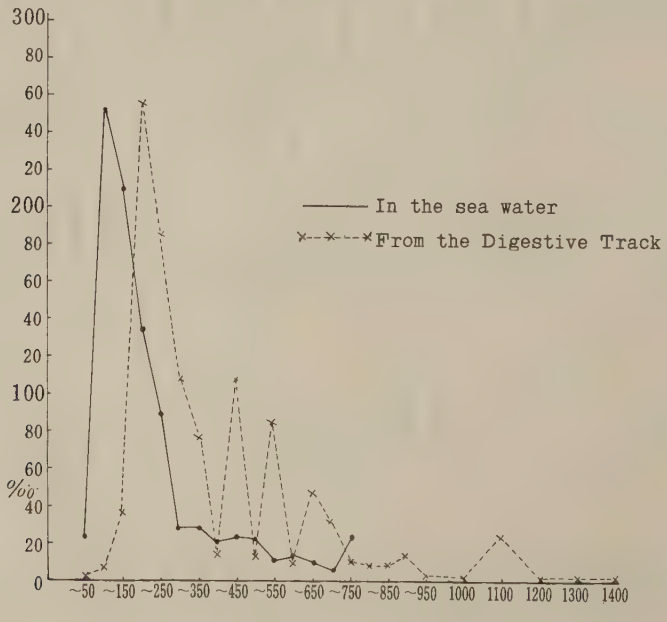


2.3°. 餌生物の体長分布

後期仔魚，並に，稚魚の消化管の内容物は，Copepoda の Nauplius，及び Copepodite 期の幼虫が主要な部分を占めていて，ときとして，海産葉脚類（Ord，Phyllopoda）に属する。Podon，Penilia 等の幼虫も出現する。仔，稚魚の消化管より取り出されたこれらの生物の体長組成は，第11表の通りであって，全般的に見て，300μ 以下の Nauplius 幼虫が，餌の主要部分を構成している。イワシ類，ネズミギス，サンマは，体長 250μ 以下の Nauplius に対する依存度が大きく，ハダカイワシ類も，イワシ類に類似である。サンマは，Yolk 吸収完了時の体長が大きい割合に，小型の餌に依存する割合が大きい。サギフエ，及び，スズキ目の魚種は，比較的大型の餌生物をも摂取している。

全般的にみて，消化管の内容物として出現する Nauplius，Copepodite 幼虫，及び Copepoda の体長組成は，150〜200μ のものが極めて多く，それ以上体長の大きいものは，波状的に減少している。第4図は，前章に述べた海水中の Copepoda，及び，その幼虫型の体長組成と，消化管の内容物として出現した Copepoda，及び，その幼虫型の体長組成を比較したもので，第4図の実線が海水中の生物の体長分布であり，破線が消化管の内容物として出現したものの体長組成であって，両者の分布型を比較すると，Peak の位置は，海水中での分布密度では 100μ にあるが，消化管の内容物では，200μ であって，100μ 右にづれた分布型となり，450μ，550μ，650μ に低い Peak が見られ，消化管の内容物の方が体長が大きい。

Fig. 4 Body Length Frequency Distribution of Copepodid and Nauplii Larvae



このように消化管内容物では体長分布が大きい方に偏るのは，体長のみで，摂餌が規制されるものではなく，既に述べたように，肥満度が，摂餌の状況に関与するものであって，それは，体形の内で，体巾，体厚に関係するものであろう。体巾と体長との比は Nauplius では 0.43 であり Copepodite では 0.25 となって成長，変態に伴って著しく小さくなる。

以上のように，Nauplius 型の方が体巾が大きく，摂餌の選択性が体長よりも体巾で規制されることが大きく，Copepodite は体長の大きいにかかわらず比較的多く捕食されているように思える。

Table 11. Body Length Composition of Food Anima

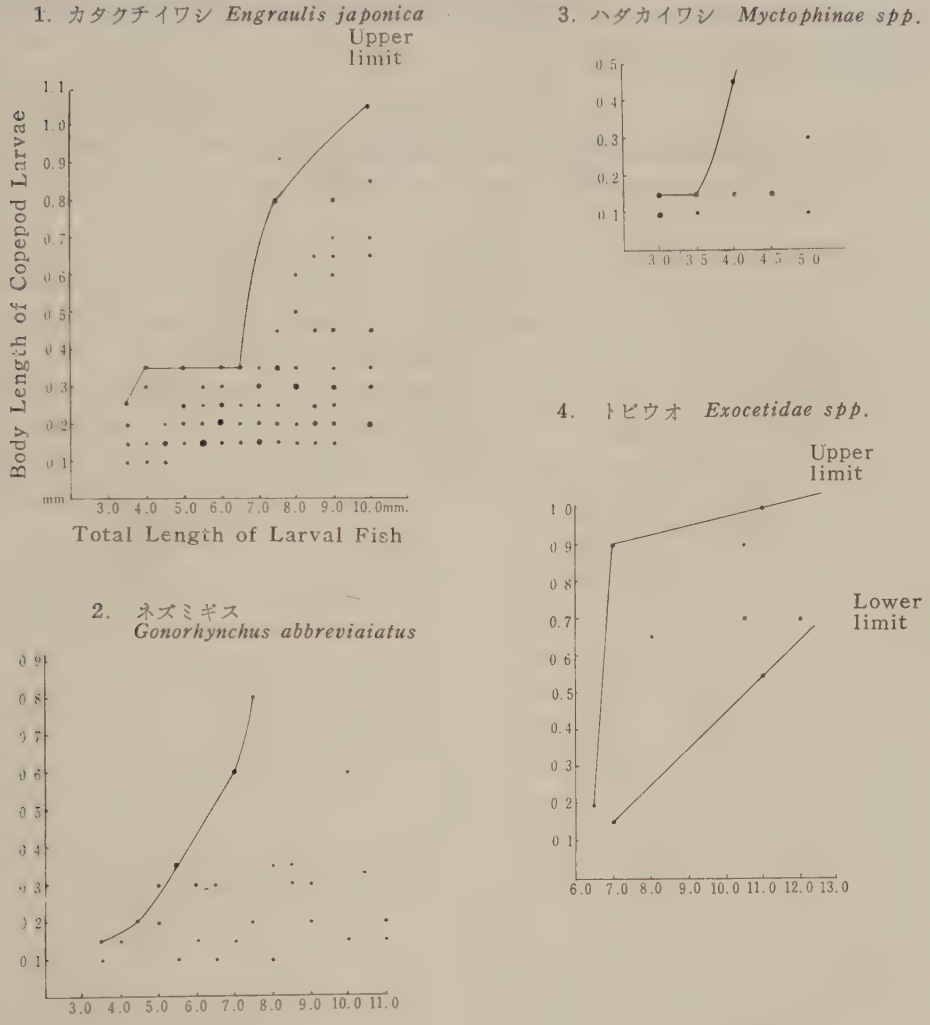
Species / B. L. μ	Nauplius Stage							Copepo				
	~50	~100	~150	~200	~250	~300	~350	~350	~400	~450	~500	~550
S.melanosticta マイワシ				6								
E.japonica カタクチイワシ			48	98	55	23	8	10	4	17	5	13
G abbreviatus ネズミギス		4	12	53	7	19	1	2		1		
M. spp. ハダカイワシ			8	7	3	2				1		
C.saira サンマ			7	429	231	83	18	38	5	79	1	3
H spp. サヨリ												
P.brachypterus ツマリトビウオ				21	46	16						44
C.heterurus ツクシトビウオ												
C.starksi アリアケトビウオ				1								1
E.spp. トビウオ				1				3	1	3		
M scolopax サギフエ			13	159	126	164	83	100	46	354	34	144
M.cephalus ボラ			3	1	2	1		7	2	16	4	11
S.japonica ヤマトカマス			2	10								
S.japonicus マサバ			1	24	17	5	2	3		9		3
S.tapeinocephalus ゴマサバ				43	3	19	5	2		4		
S.spp. サバ			1	8	6	1	2	1	1	10		6
A.tapeinosoma マルソウダ		2	5	12	1	1						1
C.hippurus シイラ												
T.japonicus マアジ				45	17	19	22		1	16		1
C.spp. アジ亜科			2	13	9	5	1	8	1	17	1	15
D.maruadsi マルアジ		1	30	36	21	6	9	10		4		3
S.quinqueradiata ブリ				242		28	15	14		41		300
S a aureovittata ヒラマサ					1	5	2				3	
S.purpurascens カンパチ				15	15					3		3
U.bensasi ヒメジ		6	80	777	680	277	34	84		94	9	57
A lineatus テンジクダイ								1	1	4		
K.cinerascens テンジクイサキ					7	10		7	1	14	1	6
G.punctata メジナ			21	81	41	66	41	20	20	86	16	48
S sihama キス		1	17	28	27	7	1	4	2	15		5
S.boops ムツ				10	11	11	1	4		5	1	
Epinephelus sp. マハタ			1	16	3	13	1	3		2		1
D.berycoides アカムツ				5			2					
L japonicus スズキ			11	17	5	2						
N.Spinosus アラ												
A nibe クログチ				13	60	1		1		1		
M macrocephalus クロダイー		2	1	90		4		3		1		
Ev japonica チダイ				1	6		1	2		7	3	1
S spp. タイ科												
S satsumae カスミサクラダイ			17	19	1							
G zonatus タカノハダイ	17	33	30	56	301	116	101		36	171	33	108
A capros ヒシダイ							1	1			1	
N.sexfasciata クラカケギス			1									
U japonicus ミシマオコゼ												
Blennius sp. イソギンポ				1								1
O.elegans ナベカ									1			
D.trossulus ニジギンポ						4	2				2	
Blenniinae spp. イソギンポ亜科			6	12	2	2	1	4				
L petersi シロウオ								1	1	2		
A.vaigiensis オヤビッチャ						8	1	8	10	6	6	5
C notatus スズメダイ				2		18	7	16		6		
M strigatus カゴカキダイ		2	17	42	9	19	7			20		18
C sepientrionalis キンチャクダイ					7		1					
S.fuscescens アイゴ				2				2				
S cirrhifer カワハギ		1		71	37	81	7	1		2		1
H.otakii アイナメ			2							2		
L.sp. カナガシラ												
C.kumu ホウボウ												
D.orientais セミホウボウ			1									2
P.olivaceus ヒラメ					3			2				
Sum	17	52	337	2,467	1,760	1,036	379	362	133	1,029	120	811

(F

ıls

ıdite Stage						Copepoda							
~600	~650	~700	~750	~800	~850	~850	~900	~950	~1,000	~1,100	~1,200	~1,300	~1,400
	1	1											
3	2	7	2										
2													
	2	1								9			
												6	
	3	1											
6	2	36					1						
	5												
6		4					8						
22	112	44	24	47	16	15	63			74	4	1	
3	9	2	2		1					1			
	1												
1	4	2	1						1	5			
2	3	2	3		2		1	1		2			1
		56		1			3				1		1
	17	23	10		6		1		6	18			
1	8	1	3	1	2	1		8		24	1	1	
6		7		2			2	1		1	1		
	70	39				3	25			16	4	3	6
	1	2		14			7			8	1		5
	10	3					1			2			1
6	25	15		7	1		4			10	4		
						2				2			
8	16		19			4	9			9	1		
10	50	9	10	1	4		9	1		18	4		
		5		1			2			2			
1	1	9								2			
	1	1	1	1		1		1		7			
												1	
	2		1							1			
		(Evadone 12)											
1	4	1	1			2		1					
	1				2					2			
16	78	11	25	2	19			1	3	5			
													3
1										1	1	1	
	2	1	1					1		1		1	
2	21	25		4	1					3			
2		2			1	(Evadone 7)				1			
2		3		2		3	3	16		1			
		3		2						1			
					1								
								2		4			
·vadone 12)													
101	451	316	103	85	56	32	133	33	10	238	22	14	17

Fig. 5～Fig. 10. Size Preference of Larval Fishes to Copepod Larval Form



2.31. Size Preference の上限

仔，稚魚の成長の各段階で摂取し得る餌生物の体長の上限を，Size Preference の上限，即ち，魚類には，餌生物の大きさに対して，選択性があり，それには下限と上限とがあるとされている。

今，x 軸に仔，稚魚の全長を，mm 単位でとり，Y 軸に餌生物の体長を 1/10 mm 単位でとり，仔稚魚の全長に対して摂取していた餌生物の体長を画いたのが，第5図より第10図である。この図について考察してみよう。

カタクチイワシ，（第5図，1）

全長 3.0mm を越える頃，Yolk は消失して，外部より栄養源を摂取するようになり，体長 0.10～0.25 mm 程度の Nauplius を主として摂取するようになる，全長 4.0mm に達すると，餌生物の体長もやや大きくなり 0.35mm 程度の Nauplius 及び，Copodite 幼虫を捕食するようになるが，その全長 6.5mm に達するまでは，餌生物の体長の上限には変化がない。しかし，全長 7.0mm を越えると，餌生物の体長の上限が急激に大きくなる。これを巨視的に見れば，Size Preference の上限は，カタクチイワシの後期仔

魚より 全長 7.5mm 以上の稚魚まで，１本の斜線で示されるということにもなるであろうが，細かく検討すると，餌の体長に対する選択能力は，図で示すように，段階性を示すもので，これは口器，又は，消化管の発達の段階性に対応するものと考える。

ネズミギス，（第５図，２）

ネズミギスでは，Size Preference の上限をつらねた線に，三つの不連続なものがあるように思える。即ち，ネズミギスの全長 3.5〜4.5mm までは，極めて緩傾斜であり，4.5〜7.0mm までは，やや急な傾斜を示し，7.0mm 以上では更に急な傾斜を示すように，Size Preference の上限は変化していくように考えられる。

ハダカイワシ （第５図，３）

この種類は，全長 3.0〜3.5mm では，Size Preference の上限，下限とも変化はないが，全長 4.0mm になると，上限は急激に大きくなる。Size Preference の下限の増大は，前記の３種では認められない。

トビウオ，（第５図，４）

全長 6.0mm 以下のものでは，Yolk が残存している個体が多い。 Yolk を吸収し 終えた全長 6.5mm 位の仔魚は，比較的小形の餌生物を捕食しているが，全長 7.0mm に達すると，急激に大型の餌を取るようになり，Size Preference の上限に "Critical Period" があるように思える。

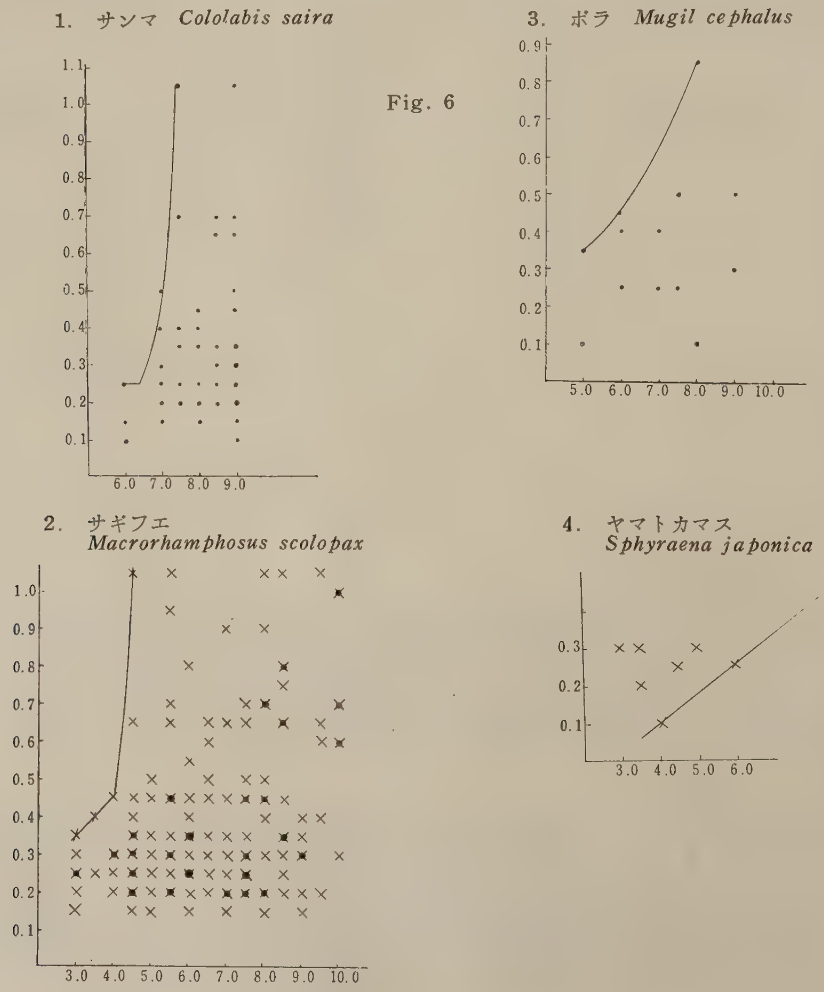


Fig. 6

サンマ，（第6図，1）

この種もトビウオ類に似た傾向で，Yolk 吸収完了直後では，Size Preference の上限は大きくはないが，全長 7.0mm 以上になると急激に増大する。しかし，Size Preference の下限には変化は認められない。

サギフエ （第6図，2）

全長 3.0〜4.0mm までは，Size Preference の上限は，比較的緩傾斜で上昇するが，全長 4.5mm に達すると，急激に上昇している。この不連続な点も，消化管の発達状況に関連すると思われる。

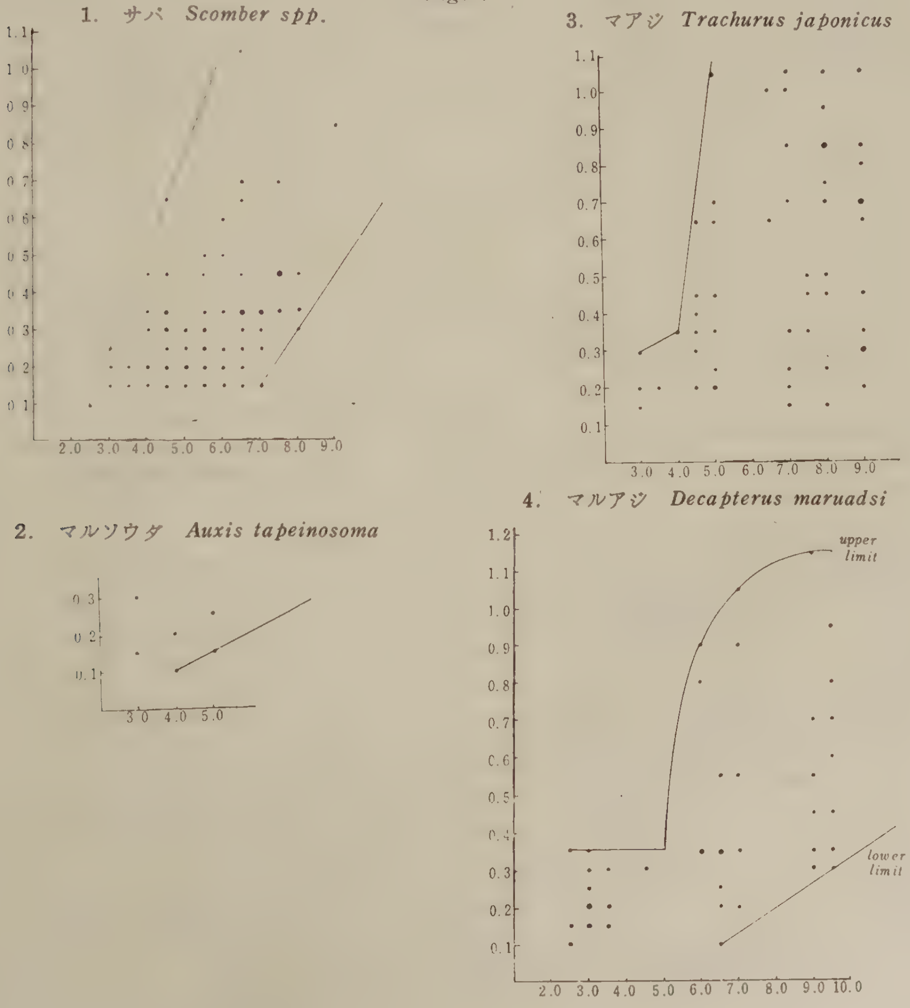
ボ　ラ （第6図，3）

この種では小型な標本が採集されていないので，後期仔魚についての考察はできていない。しかし，図の傾向よりして，一つの変曲点が考えられるように思える。

カマス類 （第6図，4）

これは主として，ヤマトカマスの稚魚のように思われる。Size Preference の上限の変曲点は，全長 3.0mm 以下の所と，6.0mm 以上の所にあるのではなかろうか，Size Preference の下限が図示されたようになっている。

Fig. 7



ゴマサバ，マサバ（第7図，1）

Size Preference の上限は，急傾斜な1本の斜線で示され，階段的なものは見られない。下限は，全長7.0mm 以上のものでは描かれるように思われるけれども，資料が少ないので疑問が残っている。

マルソウダ（第7図，2）

図のようになって，Size Preference の上限の変化はうかがいえない。下限の方は，僅かながら上昇するように思える。

マアジ（第7図，3）

Size Preference の上限の変曲点は，全長 4.0mm の所にあるように思われ，この点を界に，図の左側では，Size Preference の上限の増大は緩傾斜であり；右側では甚だしい急傾斜になっている。Size Preference の下限は，明瞭でない。

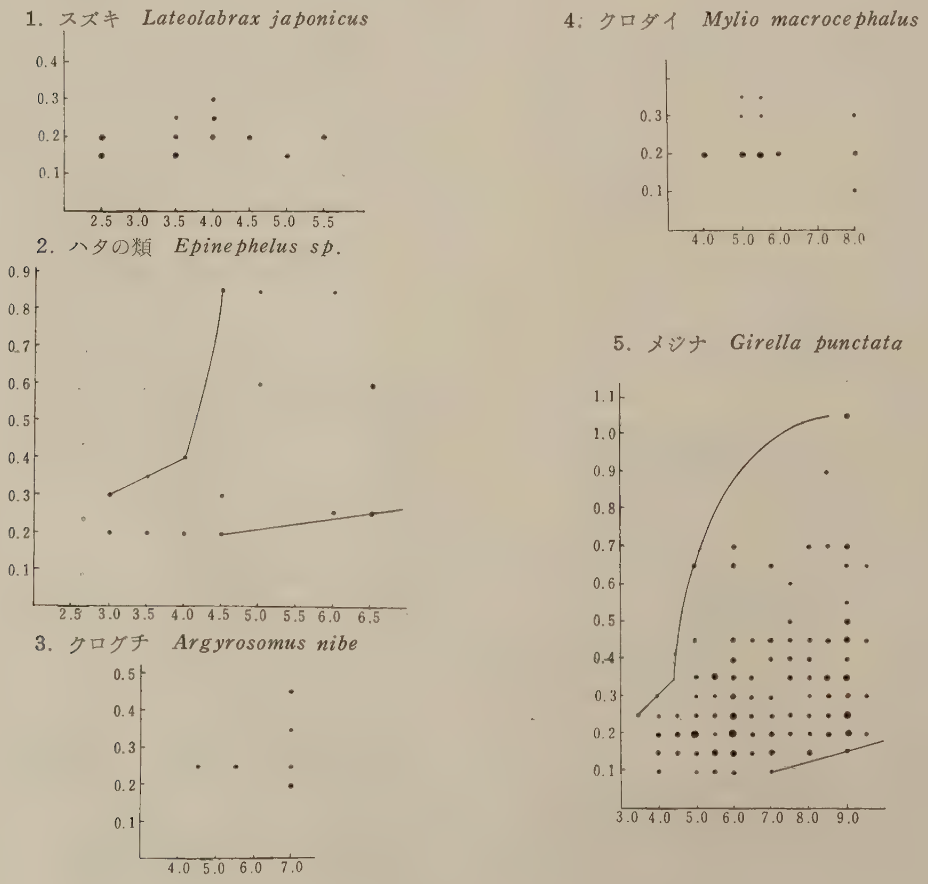
マルアジ（第7図，4）

Size Preference の上限の変曲点は明らかでないが，しいて描けば，図のようになって，全長 5.0mm 直後にあるのではないかと考えられる。下限の方はやや明瞭に認められる。

スズキ（第8図，1）

調査個体数が少いので，判定は困難であるが，Size Preference の上限の変曲点は，全長 3.5mm 附近にあるように思われる。下限の変曲点は，この研究で取り扱った全長 5.5mm 以下のものでは，明瞭に現われないと思われる。

Fig. 8



ハタの類 （第8図，2）

Size Preference の上限の変曲点は，全長 4.0mm 付近にあるらしく，この全長より左側の方は，上限の上昇が緩傾斜であり，右側では急傾斜になっている．Size Preference の下限は，全長 4.5mm．より大型のものに認められるように思われるが，その傾斜は極めて緩やかである。

クログチ（第8図，3）．クロダイ（第8図，4）

両種とも，取り扱った資料が少く，小型の標本が得られていないので，充分に説明できないが，少くとも Size Preference の上限には，全長 4.0mm以下と 4.0〜5.0mm，及び，5.0mm 以上と，3つの不連続点があるように思える。Size Preference の下限は明瞭でない。

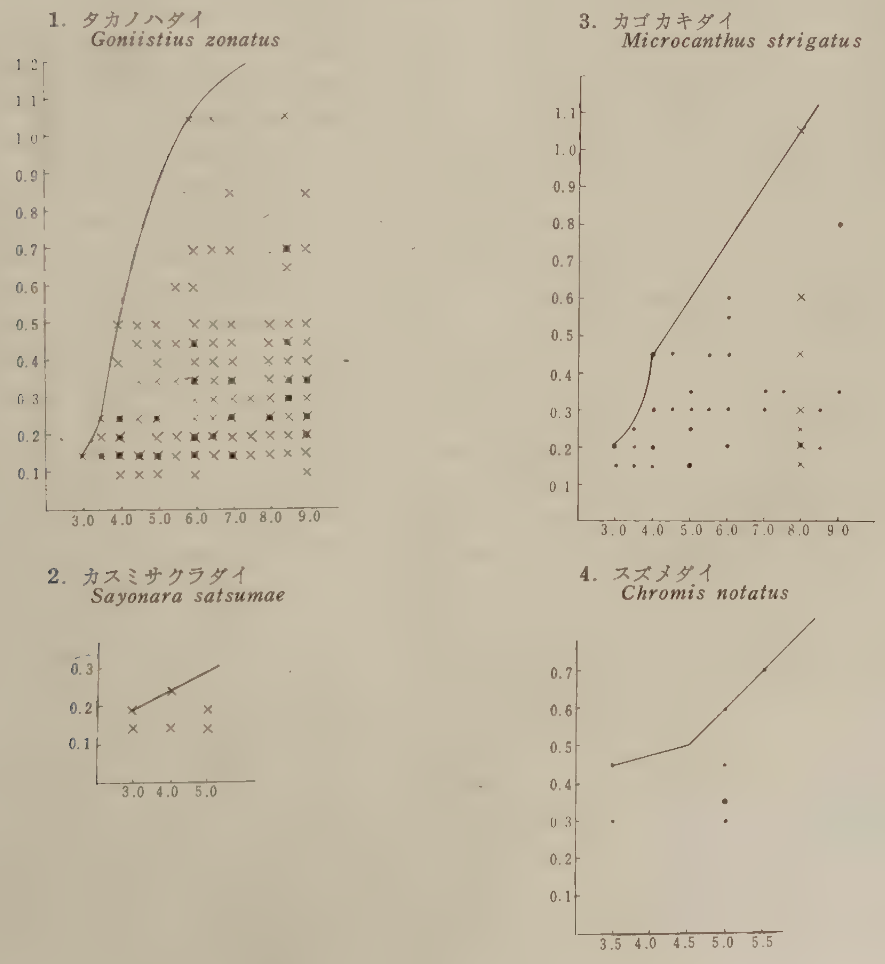
メジナ （第8図，5）

比較的多数の個体を取り扱ってある Size Preference の上限は，全長 4.5mm までは緩傾斜であるが，それより大きくなると，急激に増大してくる。Size Preference の下限が認められるのは，全長 7.0mm 以上になって，極めて緩傾斜で上昇するように思われる。

タカノハダイ （第9図，1）

多くの個体について，消化管の内容物が調査されている。Size Preference の上限の変曲点は，全長

Fig. 9



3.5mm 付近にあって，これより全長の小さい仔魚では，Size Preference 上限は小さく，この全長を越えると，Size Preference の上限は急速に上昇するように思える。

カスミサクラダイ（第9図），2）

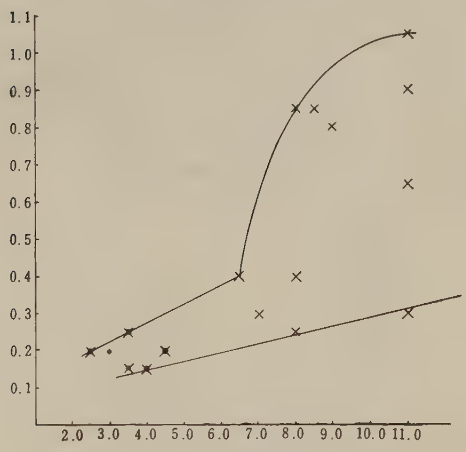
取り扱った体長の範囲が狭く，資料も少いので，充分なことはいえない。しかし，後期仔魚期の Size Preference の上限の大きい方の魚種に，加えられるものであろうと考えられる。下限の変化は認められない。

カゴカキダイ（第9図，3）

この魚種は，全長 3.5mm までは，Size Preference の上限は，Logistic Curve になるように思われるが，この体長を越えると，急傾斜の直線状に，Size Preference の上限は増大する。下限は不明瞭である。

Fig. 10

ギンポ *Blenniinae spp.*



スズメダイ（第9図，4）

後期仔魚の材料が殆んど取り扱われていないが，全長 4.5mm までは，Size Preference の上限は，緩傾斜であり，全長 5.0mm 以上になると，やや急傾斜にはなるが，他の魚種のような著しい変化は認められない。

ギンポ類（第10図）

図に示すように，Size Preference の上限は，全長 2.5〜6.5mm の間では，緩やかな傾斜で上昇しているが，それより全長が大きくなると，急激に上昇している。Size Preference の下限を，明瞭に描くことができたのは，この種類のみであった。

今，仔，稚魚の全長をLとし，餌生物の体長をℓとし，$S=\frac{\ell}{L}\times 100$ を取り，或る全長で，Sの最大を，Size Preference の上限とし，Sの最小を Size Preference の下限とすれば，次の表の通りになる。但し，下限が不明瞭な魚類は除外する。

Size Preference の上限の変曲点

魚種名	Size Preference の最大，最小			
	仔，稚魚，の全長 mm	Size Preference 上限 %	Size Preference 下限 %	変曲点の仔魚の全長（T.L）
カタクチイワシ	3.5 6.5 7.5 10.0	7.4 5.3 10.6 10.5	2.8 2.3 2.0	T.L=7.0
ネズミギス	3.5 5.0 7.0 7.5	4.0 6.0 8.6 10.6	不明 〃 〃 〃	T.L=7.0
ハダカイワシ	3.0 3.5 4.0	5.0 4.3 11.2		T.L=4.0
トビウオ	6.5 7.0	3.0 13.0	2.1	T.L=7.0

サ　ン　マ	6.0 7.0 7.5	4.1 7.1 14.6	1.7 2.1 1.6	T.L=7.5
サギフエ	3.0 4.5	11.7 23.1	5.0 —	T.L=4.5
ボ　　ラ	5.0 6.0 8.0	7.0 7.5 10.6	2.0	T.L=8.0
カ　マ　ス	3.0 4.0 6.0	10.0 — —	3.7 4.1	不明
サ　バ　類	2.5 3.0 4.0 4 5 6 5	4 0 8.3 11.2 14 4 16 2	5.0 3.7 — —	変曲点はない
マ　ア　ジ	3.0 4.0 4.5 5.0	10.0 6 2 13 3 21.0	5.0 — — —	T.L=4.5
マルアジ	2 5 5.0 6.0	14.0 7.0 15.0	4.0	T.L=5.5
ヒ　メ　ジ	3.0 6.0 7.0	11.6 9.1 15.0	5.0 — —	T.L=6.5
キ　　ス	3.0 4.0	5.0 7.5	4.0	不明
ス　ズ　キ	2.5 3.5 4.0	8.0 7.0 7.5	6.0 — —	不明
ハタの類	3.0 3.5 4.5	10.0 11.0 19.0	— — 4.4	T.L=4.0
クログチ	4.5 7.0	5.5 6.4	2.9	不明
クロダイ	4.0 5.0	5.0 7.0		不明
メ　ジ　ナ	3.5 5.0 8 5	7.1 13.0 12.3		T.L=4.5
タカノハダイ	3.0 4.0 6.0	5.0 12.5 17.5		T.L=4.0
カゴカキダイ	3.0 4.0 8 0	6.6 11.2 13 1	5.0 — —	T.L=4.0
スズメダイ	3.5 5 0 5.5	12.8 12.0 12 7	9.0	T.L<3.5 のように思える
ギ　ン　ポ	2.5 3.5 6.5 8.0	8.0 7.1 6.1 10.6	4.3 3.1	T.L=7.0〜8.0

以上のようになって，仔，稚魚の体長に比較して，摂取している餌生物の体長が小さい魚種は，発生の過程で，特有の変体期のあるニシン目に属する一部の魚種であって，スズキ目の魚種のように，早期に成体型に近い稚魚となるものでは，Size Preference の上限が一般に大きい。

Table 12. Correlation Coefficient of Total Length of Larvae and Food (Total Length of Larvae 2.5 to 10.0mm)

Species Name	Correlation Coefficient (r)	Reference
Blenniinae spp. イソギンポ亜科	r ＝ 0.850	
Decapterus maruadsi マルアジ	r ＝ 0.772	
Exocoetidae spp. トビウオ	r ＝ 0.707	
Macrorhamphosus scolopax サギフエ	r ＝ 0.599	
Myctophinae spp. ハダカイワシ	r ＝ 0.560	
Epinephelus sp. マハタ	r ＝ 0.507	
Sillago sihama キス	r ＝ 0.550	
Engraulis japonica カタクチイワシ	r ＝ 0.500	
Scomber tapeinocephalus ゴマサバ	r ＝ 0.508	
Seriola quinqueradiata ブリ	r ＝ 0.453	
Girella punctata メジナ	r ＝ 0.452	
Goniistius zonatus タカノハダイ	r ＝ 0.354	
Trachurus japonicus マアジ	r ＝ 0.353	
Gonorhynchus abbreviatus ネズミギス	r ＝ 0.260	
Mugil cephalus ボラ	r ＝ 0.252	
Upeneus bensasi ヒメジ	r ＝ 0.277	
Microcanthus strigatus カゴカキダイ	r ＝ 0.248	
Auxis tapeinosoma マルソウダ	r ＝ 0.150	
Chromis notatus スズメダイ	r ＝ 0.131	
Sayonara satsumae カスミサクラダイ	r ＝ 0.170	
Lateolabrax japonicus スズキ	r＝−0.065	
Cololabis saira サンマ	r＝−0.047	
Argyrosomus nibe クログチ	r＝−0.270	$r=\dfrac{\frac{1}{N}\sum_{ij} f_{ij}(x_i-\bar{x})(y_j-\bar{y})}{\sigma x \quad \sigma y}$
Mylio macrocephalus クロダイ	r＝−0.310	
Sphyraena japonica ヤマトカマス	r＝−0.350	

Size Preference の上限に不連続点が認められないのは，ゴマサバ，マサバのみであって，多くの魚種には，不連続点が存在する。ニシン目及びダツ目の魚種では，全長 7.0mm 付近に，スズキ目の大部分の魚種は全長 4.0mm 以下に不連続点を持つ魚種が多い。しかし，ギンポ類のように，甚だしく異って Size Preference の上限を発揮する魚種もある。

今までの多くの研究では，Size Preference の上限の不連続点に言及したものは，ほとんどないように思える。後期仔魚の食性に関する研究は，この Size Preference の躍層ともいうべき点に，重点を向ける必要がある。

2.32．仔，稚魚の全長と消化管内容物の体長との相関々係

仔，稚魚の全長と消化管内に発見された餌生物の体長との相関々係を求むると第12表のようになる。この表で，相関係数が有意義と思われる魚種にはギンポ類，マルアジ，トビウオ科の魚種であって，多くの魚種では相関々係が有意義であるとは考えられない。スズキ，サンマ，クログチ，クロダイ，ヤマトカマス等では負の相関係数となっているが，これも特に有意義には受けとれない。仔，稚魚には，種特有の Size Preference の上限に対応する大型の餌生物を摂取することができ，成長に伴って，Size Preference の上限は，或限界まで大きくはなるが，常に Size Preference の上限を発揮するような，摂餌行動を行う魚種は稀で，自己の棲息環境に多く出現し，しかも，運動力を持つ餌生物を，捕食するものと思われる。

2．4°．捕食密度（第13〜16表）

1回の調査で取り扱った魚種別の1標本の個体数を N とし，その標本より取り出された餌生物の総個

Table 13.1 Feeding Density P/N

Species Name \ P/N	Nauplius 0	~0.5	~1.0	~1.5	~2.0	~2.5	~3.0	~3.5	~4.0	~4.5	~5.0	~6.5	~7.0	~7.5
S.melanosticta マイワシ	1				1									
E.japonica カタクチイワシ	3	22	6	2	1									
G.abbreviatus ネズミギス	2	1	2		1									8.5 1
M.spp. ハダカイワシ	2	1		1	1									11.0 1
C.saira サンマ	1	1	1	2					1			1		1{ 13.0 1
H.spp. サヨリ	1													19.5 1
P.brachypterus ツマリトビウオ	1													37.0 1
C.heterurus ツクシトビウオ	3													(83.0) 1
C.starksi アリアケトビウオ		1												
E.spp. トビウオ	1	1												10.0 1
M.scolopax サギフエ		1	4	2	1				1	1			1	10.5 1
M.cephalus ボラ		2	1											15.0 1
S.japonica ヤマトカマス			2											
S.japonicus マサバ	1	1				1								
S.tapeinocephalus ゴマサバ	2		1			1		1	1		1			(14.0) 1
S.spp. サバ	3	2	2	1										
A.tapeinosoma マルソウダ	1	1			1		1							
C.hippurus シイラ	3													13.0 1
T.japonicus マアジ	2	1	1					1			1		1	1{ 17.0 1
Caranginae spp. アジ亜科	3	3	2	1			1				1			8.0 1
D.maruadsi マルアジ			1		2			1						9.0 1
S.quinqueradiata ブリ	2			2				1						(65.5) 1
S.aureovittata ヒラマサ		1											1	(10.0) 1
S.purpurascens カンパチ	1													8.0 1
U.bensasi ヒメジ			4	2	2			2						1{ 10.0 1
A.lineatus テンジクダイ	1													56.0 1
K.cinerascens テンジクイサキ	4	1					1							
G.punctata メジナ	4	1	3	1	3		2		1				1	(8.0) 2
S.sihama キス	2			2		1	1							
S.boobs ムツ				1	1									(11.0) 1
Epinephelus sp. マハタ	3	1		1			1							
D.berycoides アカムツ			1											
L.japonicus スズキ			1			1				1	1			
S.satsumae カスミサクラダイ	1					1								(9.0) 1
N.spinosus アラ	2													

Table 13.2 Feeding Density P/N

Species Name	P/N	Nauplius													
		0	~0.5	~1.0	~1.5	~2.0	~2.5	~3.0	~3.5	~4.0	~4.5	~5.0	12.0	13.5	25.0
A.nibe クログチ															1
M.macrocephalus クロダイ									1					1	
Ev.japonica チダイ			1			1									
Sparidae spp. タイ科		3													
G.zonatus タカノハダイ			1	2			1	1	2	1		1			
A.capros ヒシダイ				2											
N.sexfasciata クラカケギス		1													
U.japonicus ミシマオコゼ															
B.sp. イソギンポ		5	1												
O.elegans ナベカ		1													
D.trossulus ニジギンポ		3		1				1							
Blenniinae spp. ギンポ科		2		3		1	1	1							
L.petersi シロウオ		1													
A.vaigiensis オヤビッチャ		3	1									1			
C.notatus スズメダイ		2				1									
M.strigatus カゴカキダイ			2			2		1							
C.septentrionalis キンチャクダイ		1								1					
S fuscescens アイゴ		2		1											
S.cirrhifer カワハギ		3	1												
H.otakii アイナメ						1									
L.sp. カナガシラ		1													
C.kumu ホウボウ				1		2									
D.orientais セミホウボウ		2	1												
P.olivaceus ヒラメ												1			
B.japonicus サイウオ															
Tetraodontidae spp. フグ科		2	1										1		

Table 14. Feeding Density P/N

Species Name	P/N 0	~0.5	~1.0	~1.5	~2.0	~2.5	~3.0	~3.5	~4.0	~4.5	~5.0	~5.5	~6.0	~7.0	
	Copepodite														
S.melanosticta マイワシ	1			1											
E.japonica カタクチイワシ	15	18	1												
G.abbreviatus ネズミギス	5	1													
M.spp. ハダカイワシ	4	1													
C.saira サンマ		1	1	2	1	3	1	1		1	1		1		
H.spp. サヨリ													1		
P.brachypterus ツマリトビウオ	2														
C.heterurus ツクシトビウオ	2														
C.starksi アリアケトビウオ	1														
E.spp. トビウオ	1		1												
M.scolopax サギフエ			1					1	1		3	1	2		{7.5 1, 8.0 2, 8.5 2}
M.cepalus ボラ								1				1		1	(7.0)1
S.japonica ヤマトカマス	2														
S.japonicus マサバ	2	1	1												
S.tapeinocephalus ゴマサバ	4		3		1										
S.spp. サバ	3	3	1	1											
A.tapeinosoma マルソウダ	3	1													
C.hippurus シイラ	3														
T.japonicus マアジ	4				2			1			1				(8.0) 1
Caranginae spp. アジ亜科	4		1	2	2		1								
D.maruadsi マルアジ	3	2			1										{10.0 2
S.quinqueradiata ブリ	1		1		1	1									26.5 1}
S.aureovittata ヒラマサ	2														
S.purpurascens カンパチ	1		1												
U.bensasi ヒメジ	1	3	5	3	2	1									
A.lineatus テンジクダイ					1								1	1	
K.cinerascens テンジクイサキ	1		1				1				2		2		(6.5)(8.0) 1
G.Punctata メジナ	4	1		3	2		1	2							
S.sihama キス	3	1			2	1									
S.boops ムツ	1							1				1			
Epinephelus sp. マハタ	1	2	1		1		1								
D.berycoides アカムツ	1														
L.japonicus スズキ	4														
S.satsumae カスミサクラダイ	3														
N.spinosus アラ	1		1												

Table 14.2 Feeding Density P/N

Species Name	P/N	Copepodite											
		0	~0.5	~1.0	~1.5	~2.0	~2.5	~3.0	~3.5	~4.0	~4.5	~5.0	~5.5	......~9.0
A.nibe クログチ				1										
M.macrocephalus クロダイ			1	1										
Ev.japonica チダイ													1	
S.spp. タイ科		2		1						1				
G.zonatus タカノハダイ			2		1						2	1	1	
A.capros ヒシダイ				1				1						
N.sexfasciata クラカケギス				1										
U.japonicus ミシマオコゼ														
B.sp. イソギンポ		4	1			1								
O.elegans ナベカ				1										
B.spp. ギンポ科		5	2			1								
D.trossulus ニジギンポ		3						1						
L.petersi シロウオ						1								
A.vaigiensis オヤビッチャ			1			2								
C.notatus スズメダイ		2			1				1					1
M.strigatus カゴカキダイ		1	2	1		1								
C.septentrionalis キンチャクダイ		2												
S.fuscescens アイゴ		2				1								
S.cirrhifer カワハギ		3	1											
H.otakii アイナメ						1								
Lepidotrigla sp. カナガシラ			1											
C.kumu ホウボウ		3												
D.orientais セミホウボウ		2		1										
P.olivaceus ヒラメ						1								
B.japonicus サイウオ														
Tetraodontidae spp. フグ		4												

Table 15.1 Feeding Density P/N

	Copepoda														
Species Name P/N	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.0	13.0	14.0	
S.melanosticta マイワシ															
E.japonica カタクチイワシ	23	10													
G.abbreviatus ネズミキス	5	1													
M.spp. ハダカイワシ	4	1													
C.saira サンマ	7	4	6												
H.spp. サヨリ															
P.brachypterus ツマリトビウオ					1										(42.0) 1
C.heterurus ツクシトビウオ	1		1					1							(35.0) 1
C.starksi アリアケトビウオ			1												
E.spp. トビウオ	1						1								
M.scolopax サギフエ	8	11	2						1		1		1		(40.0) 1
M.cephalus ボラ	2	2													
S.japonicus マサバ		1													
S.tapeinocephalus ゴマサバ		2		1	2	1								1	
S.spp. サ バ															
A.tapeinosoma マルソウダ	4				1										
C.hippurus シイラ		2													(61.0) 1
T.japonicus マアジ	3	3		2		1		1							
C.spp. アジ類	8	2	1												
D.maruadsi マルアジ	4	2					1								
S.quinqueradiata ブリ	1		1				1	1				1			(27.0) 1
S.aureovittata ヒラマサ		1									1				
S.purpurascens カンパチ	1							1							
U.bensasi ヒメジ	4	16													
A.lineatus テンジクダイ			1												
K.cinerascens テンジクイサキ	1	1		3									1		
G.punctata メジナ	4	5	2	2				1			1				(23.0) 1
S.sihama キス															
S.boops ムツ	2						1								
Epinephelus sp. マハタ	3	3													
D.berycoides アカムツ		1													
L.japonicus スズキ															
S.satsumae カスミサクラダイ	3														
N.pinosus アラ	1	1													
A.nibe クログチ	1														

Table 15.2 Feeding Density P/N

Species Name	P/N	Copepoda								
	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	……34.0
M. macrocephalus クロダイ										
Ev. japonica チダイ	1	1								
S. spp. タイ科	2				1					
G. zonatus タカノハダイ	3	6			1					
A. capros ヒシダイ	2									
N. sexfasciata クラカケギス		1								
U. japonicus ミシマオコゼ				1						
D. trossulus ニジギンポ	3	1	1							
Blenniinae spp. イソギンポ亜科	6			1						
A. vaigiensis オヤビッチャ	1	2							1	1
C. notatus スズメダイ	1	1	1							
M. strigatus カゴカキダイ	4	6		2						
S. cirrhifer カワハギ	1	2			1					
D. orientais セミホウボウ	3									
P. olivaceus ヒラメ	1									
C. hexanema アカハゼ	2									

体数を P とし，$\frac{P}{N}$を捕食密度として各標本毎の摂餌量を，相対的に比較する基準にした（第13表，第14表，第15表及び第16表）。即ち 1 つの群での 1 尾当り平均摂餌個体数といえる。

マイワシ．取り扱った群数は 2 群であって，Nauplius 幼虫を対象としては，捕食密度 0 の群と，2.0 の群とが 50%づつになり，Copepodite では，0 の群と 1.5の群とが 50%になり，Copepoda の成体型を捕食しているものはなかった。

カタクチイワシ．調査標本数は33で，Nauplius 幼虫では，捕食密度は 0 が 9 0%，0.5が66.7%，1.0が18.2%，1.5 が 6 %，2.0が 3 %となっている。Copepodite 幼虫に対する摂餌状態は，捕食密度 0 が 48.5%，0.5 が 51.5% で，Nauplius に比較して，捕食密度は少い。Copepoda では捕食密度 0 が 70% となっている。餌生物の体形が大きくなるに従って，捕食密度が次第に小さくなるのは，この魚種の Size Preference の上限が小さいことを示すものであると考えられる。

ネズミギス．調査標本数は 6 であって，捕食密度は，Nauplius 型では 0 が33 %，0.5 が 16.7%，1.0 が 33%，2.0が 16.7%となり，カタクチイワシより捕食密度 0 の割合が多い。Copepodite 型では捕食密度 0 の群が 83% で，0.5 の群が 17% となっている。Copepoda の成体形では同様な割合を示しており，捕食密度に 0 の群が比較的に多い。

ハダカイワシ．調査標本数は 5 であって，捕食密度は，餌生物 Nauplius 型では，0 が 40%，0.5，1.5，2.0 がそれぞれ 20%づつになっている。Copepodite 幼虫では，捕食密度 0 が 80%，0.5が20 %となり，Copepoda の成体形型の捕食密度は 0 となっていて，摂餌状況が悪い。

サンマ．Nauplius を対象にすると，捕食密度 0，0.5，1.0 がそれぞれ 1 群で

Table 16.1 Feeding Density P/N

Species Name P/N	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	……25.0
	Annelida, Mollusca, etc.													
S.melanosticta マイワシ														
E.japonica カタクチイワシ	29	4												
G.abbreviatus ネズミギス	6													
M.spp. ハダカイワシ	5													
C.saira サンマ	14	3												
H.spp. サヨリ														
P.brachypterus ツマリトビウオ	1		1											
C.heterurus ツクシトビウオ	3													
C.starksi アリアケトビウオ	1													
E.spp. トビウオ	1	1												
M.scolopax サギフエ	15	9	1											
M.cephalus ボラ	4													
S.japonicus マサバ	4													
S.tapeinocephalus ゴマサバ	7	1												
S.spp. サ バ														
A.tapeinosoma マルソウダ	3	1												
C.hippurus シイラ	2	1												
T.japonicus マアジ	9	1												
C.spp. アジ亜科	11													
D.maruadsi マルアジ	4	2	1											
S.quinqueradiata ブリ	3	1	2											
S.aureovittata ヒラマサ		1												1
S.purpurascens カンパチ					1								1	
U.bensasi ヒメジ	9	9		1						1				
A.lineatus テンジクダイ	1													
K.cinerascens テンジクイサキ	6													
G.punctata メジナ	17													
S.sihama キス														
S.boops ムツ	3													
Epinephelus sp. マハタ	6													
D.berycoides アカムツ	1													
L.japonicus スズキ														
S.satsumae カスミサクラダイ	2	1												
N.spinosus アラ	2													
A.nibe クログチ					1									

Table 16.2 Feeding Density P/N

Species Name	P/N	Annelida, Mollusca,etc.											
		0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0
M.macrocephalus クロダイ													
Ev.japonica チダイ		2											
Sparidae spp. タイ科		3											
G.zonatus タカノハダイ		7	3										
A.capros ヒシダイ		1	1										
N.sexfasciata クラカケギス		1											
U.japonicus ミシマオコゼ		1											
D.trossulus ニジギンポ		4				1							
Blenniinae spp. ギンポ科		7											
A.vaigiensis オヤビッチャ			1	1									
C.notatus スズメダイ		2	1										
M.strigatus カゴカキダイ		7	4		1								
S.cirrhifer カワハギ		1	2										
D.orientais セミホウボウ		2	1										
P.olivaceus ヒラメ													
C.hexanema アカハゼ		1	1										

1.5が2群となり，更に，捕食密度6.5，8.5，11.0，13.0，19.5及び37.0がそれぞれ1群づつある。 Copepodite 型では捕食密度0.5，1.0が1群づつ，1.5が2群，2.0が1群であり，2.5が3群，3.0，3.5，4.5，5.0，6.0がそれぞれ1群づつになっている。Copepoda の成体形では，捕食密度 0が7群，1.0が4群，2.0が6群となり，0の群が多くなっている。しかし，空腹の個体は極めて少いといえる。サンマは全長6.0〜7.0mmで Yolk の吸収を終える魚種で，ここで取り扱っている他の仔.稚魚よりも．Yolk 吸収完了時の体長が大きく，Yolk 吸収直後には，比較的小型の餌生物を摂食するけれども，その時期を過ぎると直ちに大型の餌生物を摂取するようになると考えられる。トビウオ類やサヨリ類も同じようなことがいえよう。

サギフエ．捕食密度の0の個体は見られず，Nauplius，Copepodite 両型幼虫では，0.5〜2.0 に一つの Peak があり，遠く離れて 4.5〜8.5 の間に他の一つの集団がある。前者は，外部より餌を取り入れ始めた頃のものであり，後者は稚魚期の摂食作用の旺盛期に当るものと考えられる。 Copepoda の成虫型に対しては，捕食密度0のものが32%であって，これは，前記の Size Preference の上限が低迷している全長 4.0mm 以下の後期仔魚期で あって，全長 4.5mm 以上の 全長群では，Size Preference の上限が23.1以上となって Copepoda の成虫型も多く捕食されるようになる。

スズキ目の魚の多くは，全長 2.5mm 位で，Yolk を吸収して，外部より餌生物を取り入れるようになる。この目の魚種では，3.0mm の標本が比較的多く採集されたものについて記述しょう。

サバ類，主としてゴマサバとマサバの標本であって，後期仔魚期では，保存の悪い標本では，両者の区別同定が困難であるので，サバ類として一括してある。その時代では，捕食密度は， Nauplius

Stage に対しては，0 が 37.5%，0.5，1.0がそれぞれ25%，1.5が12.5%となり，0 の割合が大きい。Copepodite Stage のものに対しては，0が，37.5，0.5が37.5，1.0及び1.5がそれぞれ12.5%となっている。一般に空腹の個体の割合が多い。

全長4.0mm 以上のゴマサバ，マサバでは Nauplius Stage の餌生物で，捕食密度0の出現割合は，ゴマサバは，25%，マサバでは25%となり，両者とも捕食密度が大きく，捕食密度2.5以上の群が50%に対し，最大の捕食密度は14.0になっている。Copepodite Stage では，ゴマサバでは，0 が 50%，1.0が37.5%，2.0が12.5%となり，Copepoda の成虫型では，マサバの稚魚では捕食しているものは見られなかったが，ゴマサバの稚魚では，捕食密度0が12.5%，1.0が25%，3.0が，12.5%，4.0が25%，5.0が12.5%となり，甚だしく大きく，捕食密度14.0が，12.5%となっている。

アジ類．マアジとマルアジとをアジ類として取り扱うのは，分類学的に見れば不合理のように思えるが，仔魚，稚魚期では，形態的にこれを区別することは困難であり，発生時期のズレで，春季に主として発生するものがマアジであり，夏〜秋季に発生するものがマルアジのように思え，両者の発生期の重複する期間に採集されたものを，アジ類としている。全長 2.5mm に達すると，Yolk Sac が消失して，外部より栄養を摂取するように思える。

マアジでは捕食密度は，Nauplius Stage の餌生物では，0 が 22.0%，0.5，1.0，3.5，5.0，7.0，7.5，13.0がそれぞれ11.0%づつになっている。Copepodite Stage に対しては，0 が 44.4%，2.0が22.2%，3,5，5,5，7,0，がそれぞれ11.1%となっていて，0の割合が増加している。これは稚魚の体長組成に由来するもので，仔魚，稚魚時代は成長に伴う Size Preference の上限の拡大に不連続性があるように考えられる。餌生物を Copepoda に取って見ても同様なことがいえよう。マルアジ及びアジ類についても，一般的な傾向は，マアジと大差はないと考えられる。

キス．Nauplius 型幼虫を餌生物として考えた場合には，捕食密度0が33.3%，1.5が33.3%，2.5及び，3.0がそれぞれ16.6%となっている。Copepodite では捕食密度0の割合が50%で，2.0が33.3%，2.5が16.6%となり，Copepodaの成体形を捕食している個体はなかった。

メジナ．比較的多くの標本が採集されていて，捕食密度が計算された標本数は18である。その内 0 の標本が22.2%で比較的少い。餌生物別に見ると，Nauplius では，0.5が5,5%，1.0が16.7%，1.5が5.5%，2,0が16.5%，3.0が11.1%，4.0，7.0がそれぞれ5.5%で，8.0が11.1%となって，捕食密度が全般的に大きい。Copepodite 及び，Copepoda についても同様なことがいえる。

ヒメジ．餌生物を Nauplius に取れば，捕食密度0の群はなく，捕食密度が 1.0〜2.0 の group と，7.5 以上の group に識別されている。これは，仔，稚魚の体長群の相違によるものと思われる。Copepodite を餌としている場合は，捕食密度 0 のものが6.7%となって少く，捕食密度は2.5以下である。Copepoda を捕食している標本は皆無で，小型の餌生物を多く摂取する傾向が見られる。

一般的にいつて，スズキ亜目に属する魚類の仔魚は，Yolk を吸収し終えるときの全長が小さく，体形の小さい仔，稚魚の捕食密度は大きいといえよう。

ギンポ類の仔，稚魚は，体形の小さい時に，既に消化管がよく発達していて，著しく前方に偏っている。捕食密度の頻度分布は偏りが大きい。イソギンポでは0の出現割合が 66.6〜83.3% となっている。ギンポ類として表示されているもの，大部分はイソギンポと考えられるが，この標本では捕食密度 0 の出現割合は25.0%にすぎないで，捕食密度3.0を越える標本はなかった。一般に捕食している餌生物の体長は小さく，Copepoda では，捕食密度0が85.7%となっている。

以上のように，多くの魚種の仔，稚魚では，捕食密度 0 の群が15.0〜30.0%位でてくるが，その出現状態と体長との関係は明確でない。

餌生物の欄で「その他」と記入されている動物は，Podon，Evadone，Penilia の幼体形，Oikopleura 及び，巻貝類の幼虫であって，ヒラメの稚魚が巻貝類の幼虫を主として捕食しているのは，生態的に見て興味がある。

2.5°. 群捕食率。(17表の1及び2参照)

群捕食率とは，各魚種の仔，稚魚について，一回の研究で取り扱った個体数を N とし，その標本中で，消化管内に餌生物の発見された個体数を n とし，$\frac{n}{N}\times 100$ 群捕食率として，摂餌個体率の大小を比較する目安とした。その各種別の出現状況は，第17表の通りであって，主なものを取り上げて，若干の説明を試みよう。

ウルメイワシ．2群の材料が得られたが2群とも摂餌した個体は見られなかった。

マイワシ．2群ほど取り扱ったが，1群では各個体とも摂餌しているものが見られず，他の1群では全個体が摂餌していた。

カタクチイワシ．34群について研究が行われた。その内，群捕食率 0 の群が12% 出現しており，群捕食率 50% 以下の群が圧倒的に多く，全般的に見て，空腹の個体数が極めて多いといえよう。

ネズミギス．取り扱かった群数は6であって，群捕食率 0 の群が 33% を占め，各群の半数以上の個体が摂餌していない群数が 83% 以上に達している。ただ，1群が 80% の群捕食率を示しているのみである。

以上のように，Clupeina 及び Cronorhynchina に属する魚種では，群捕食率が小さく，空腹の個体が多く発見されることは，何れの方面より考察しても一般的な事実である、しかし，これはしばしば述べた通り，海水中の餌生物の不足によるものでもなく，又摂餌不可能性によるものでもなく，消化が迅速に行われ，消化管内の残存物が少いと考えるより外に解釈のしかたがないと思う。

ハダカイワシ．取り扱った群数は5であって，その内40% が群捕食率が 0 であり，残りの群が〜40，〜70，〜100と離散型に分布している。空腹の個体が多いといえよう。

サンマ．取り扱った群数は18で，群捕食率 0 の群が 16% あり，〜100の群が 50% となり，〜40，〜90の内に 6〜11% となって，群捕食率は比較的に良好である。

サギフエ．研究につかった群数は 16 であって，群捕食率〜100の群が 87.5% を占め，残りの 2群は，〜70，〜80の間にあり，摂餌状況は良好のように思える。

マボラ．4群取り扱った中で，75% は群捕食率が〜100であり，25% が〜50となり，空腸の個体数が少い。

サバ類．ゴマサバでは取り扱った群数9で，群捕食率 0が1群，〜50が 1群，〜70が2群で〜100の群が56%となっている。マサバでは，群捕食率 0 がなく，〜50，〜70に1群づつあって，〜100も群の割合が50%を占めている。これらは，幼稚魚の採集が，その摂餌の状況に対して，全く無差別に行われたことを示しているものと思える。

シイラ．研究材料は3群のみであり，その33% が群捕食率〜50であり，残りの 67% は，〜100となり摂餌状況はよかったといえよう。

アジ類．マアジとマルアジとは分類学的に考えた場合，混合して取り扱ってよいかどうかは疑問である。しかし，仔，稚魚の体形は極めて類似している。この両種の混合標本であると考えられて，アジ類と記載された後期仔魚では，11群が取り扱われ，群捕食率0が9%，〜50が 27%で，〜100が64% となっている。マアジ10群中，群捕食率0が 20% で残りの 80% は群捕食率が〜100となり，両極端に別れている。これに反し，マルアジでは，群捕食率〜40，〜50，〜60，〜100に各1群づつあり，〜80に 2群見られている。これは標本採集時と魚そのもの，摂餌の日週期との交互作用によるものと考える。

ブリ，ヒラマサ，カンパチ．取り扱った標本はあまり多くはない。ブリでは取り扱った6群の内1群が群捕食率〜50であり，他の5群は〜100となっている。ヒラマサ，カンパチでは，それぞれ，2群のみを取り扱っているが，いづれも，群捕食率は〜100となっている。

ヒメジ．群数は15で，群捕食率は，〜50より〜100までの間で，階段的に増加している。0 の群はでていない。

ムツ．標本数は4で，群捕食率0が 25%，〜70が 50%，〜100が 25% となって，その出現は離散型となっている。それも，摂餌動作の間歇性を示すものと考えられる。キスについても表に示すようになって，同

Table 17.1 Frequency of Group Feeding Rate

Species Name	Group Nos.	Group Feeding Rate %										
		0	~10	~20	~30	~40	~50	~60	~70	~80	~90	~100
S.melanosticta マイワシ	2	50										50
E.japonica カタクチイワシ	34	12	20	12	15	18	12	6	3	3		
G.abbreviatus ネズミギス	6	33	16.7	16.7		16.7				16.7		
M.spp. ハダカイワシ	5	40				20			20			20
C.saira サンマ	18	16				6	6		11	6	6	50
H.spp. サヨリ												
C.heterurus ツクシトビウオ	2											100
P.brachypterus ツマリトビウオ	3											100
C.starksi アリアケトビウオ												
E.spp. トビウオ	2	50										50
M.scolopax サギフエ	16								6.3	6.3		87.5
M.cephalus ボラ	4						25					75
S.japonica ヤマトカマス												
S.japonicus マサバ	4						25		25			50
S.tapeinocephalus ゴマサバ	9	11					11		22			56
S.spp. サバ	9		11.1	11.1	11.1	11.1		11.1		22.2		22.2
A.tapeinosoma マルソウダ	4	25		25		25						25
C.hippurus シイラ	3						33					67
T.japonicus マアジ	10	20										80
C.spp. アジ亜科	11	9					27					64
D.maruadsi マルアジ	6					17	17	17		33		17
S.quinqueradiata ブリ	6						17					83
S.aureovittata ヒラマサ	2											100
S.purpurascens カンパチ	2											100
U.bensasi ヒメジ	15						7	7	13	20	20	33
A.lineatus テンジクダイ												
K.cinerascens テンジクイサキ	7	14										86
G.punctata メジナ	20	10					5		10		25	50
S.sihama キス	8	12.5					12.5			12.5		62.5
S.boops ムツ	4	25							50			25
Epinephelus spマハタ	6					17	33					50
D.berycoides アカムツ	1					100						
L.japonicus スズキ	4							25			25	50
S.satsumae カスミサクラダイ	4											100
N.spinosus アラ	2	50										50

Table 17.2

Species Name	Group Nos.	Group Feeding Rate 0	~10	~20	~30	~40	~50	~60	~70	~80	~90	~100
A.nibe クログチ												
M.macrocephalus クロダイ	2											100
Ev.japonica チダイ	2						50					50
S.spp. タイ科	3	67										33
G.zonatus タカノハダイ	11	9					18		9	9		55
A.capros ヒシダイ	2								50			50
N.sexfasciata クラカケギス												
U.japonicus ミシマオコゼ	2											100
Blennius sp. イソギンポ	6	33				17	17	17				16
O.elegans ナベカ												
D.trossulus ニジギンポ	5						40					60
Blenniinae spp. イソギンポ亜科	8	12.5				12.5	25.0			12.5		37.5
L.petersi シロウオ												
A.vaigiensis オヤビッチャ	5						20				20	60
C.notatus スズメダイ	3	33						33				33
M.strigatus カゴカキダイ	6	17				17				33	33	
C.septentrionalis キンチャクダイ	2	50					50					
S fuscescens アイゴ	4	50										50
S.cirrhifer カワハギ	4	25					25				25	25
H.otakii アイナメ	2	50										50
L.sp. カナガシラ												
C.kumu ホウボウ	3											100
D.orientais セミホウボウ	3	33	50				33					33
P.olivaceus ヒラメ												
B.japonicus サイウオ	3	100										
L.setigerus アンコウ												
C.hexanema アカハゼ	2	50										
E.micropus ウルメイワシ	2	100										
A.kobensis トビササウシノシタ	3	100										
S.japonica ヤマトカマス	3	33.3									33.3	33.3
T.spp. フグ科	4	50					25					25

様なことがいえよう。

テンジクイサキ．7群の内1群のみが群捕食率が0で，残りの6群は～100となっている。

メジナ．標本数は20で，群捕食率0が10%，～100が50%，～90が25%となり，～50が5%，～70が10%となって，群捕食率は大きい。

一般的にいって，スズキ目の魚種では，後期仔魚には，よく発達した消化管が形成され，摂餌が間歇的に行われるであろうということは，カマス，マルソウダ，スズキ，カスミサクラダイ，クロダイ，チダイ等に見られるような，群捕食率の離散分布型が認められる。ギンポ類についても同様なことがいえる。（第17表参照）

このことは，カナガシラ，ホウボウ，セミホウボウ等についてもいえる。しかし，サイウオでは，群捕食率が全く0となっているのは，標本数が少いため，充分に検討することができなかったためであろう。

以上のように，カタクチイワシと，ネズミギスを除いた魚種では，間歇的に摂餌するであろうと思われるような資料が得られた。このような間歇的な摂餌をする魚種では，既に述べた通り，後期仔魚期に，消化管，特に消化盲嚢に当る部分がよく発達している。これに反し，イワシ類，及び，ネズミギスでは，シラス期が相当長期間に亘っていて，この期間では，消化管は一本の単純な管状をしていて，餌を蓄える部分がないので，餌生物は速かに消化管を通過するものといえよう。（前文参照），又，これらのシラス期では，肥満度が，成体形の1/8～1/2であるのに反し，スズキ目の魚種の稚魚は，全長 10mm 以下のものでも，凡そ，成体形の肥満度を持つような体制となって，両者間で必要とする日摂餌量にも相異があるのではないかと考えられる。

3．摘　　要

魚類の年資源量を，個々の魚種別に見れば，その量の年変動は著しく大きい。このような現象が，後期仔魚期，又は，稚魚期に，適当なる餌生物の欠乏による餓死によるものかどうかを，海洋中に分布する仔，稚魚の餌生物の定量的研究と，仔，稚魚の摂餌状況より検討した。

1，後期仔魚期，及び，稚魚期の主要餌生物は，甲殻類の Nauplius 幼虫，又は，Copepodite 幼虫であろうと想定し，海水1 ℓ 中に含まれるこれらの動物の定量的調査を，10本の調査線で，週年に亘って行い，昭和34年度には，266個，昭和35年度には，400個の標本を採集して行った。

Nauplius，及び，Copepodite 幼虫は，沿岸水域に濃密に分布するが，九州の都井岬沖，及び，四国足摺岬沖では，沿岸水塊と暖流とが複雑に分布し，沿岸水塊中には，これらの幼虫の分布密度が大きい。

2，約57種，2.780個の標本で後期仔魚及び，稚魚の消化管の内容物が調査された。

消化管の内容物は，主として Copepoda の Nauplius，及び，Copepodite 幼虫である。

3，仔，稚魚の摂餌について次のことが研究された。

⑴ 餌生物の大きさに対する選択性，

これには2つの問題があって，一つは，大きさに対する選択上限に関するものであり，他の一つは，この上限の発現の状況である。多くの魚種では，外部より摂餌するようになった当初では，Size Preference の上限は小さい。しかし，或る成長段階に達すると，急激に拡大される。イワシ類の仔，稚魚では，この Size Preference の上限の変曲点が全長，6～7 mm に成長した頃にあらわれ，スズキ型魚類では全長 3.0～4.0mm 頃にあらわれるようである。

仔，稚魚の全長と餌生物の体長との相関々係を求めると，その相関係数が有意と思われるのは，2，3種の魚種にすぎない。

⑵ 仔，稚魚の摂餌状況を，捕食密度，及び，群捕食率とを基準として検討した。この両指標とも，偏りの大きい布分をしている。その原因は，仔，稚魚の摂餌が間歇的に行われることを示すものであろうと考えた。

(3) 海洋中の餌生物の分布密度，及び，後期仔魚期の消化管の内容物の出現状況よりして，Hjort の提唱した餌生物の不足による "Critical Period" の存在の仮設は疑しいものである。若し，後期仔魚，稚魚期に自然減耗が大きいとすれば，餌生物の量とは関係の少い他の現象に，その原因を求むべきではなかろうか。

参　考　文　献

(1) 花岡　資 (1951)，独立生活をする橈脚類の Nauplius について，……
内海区水産研究所報告　1巻　1号

(2) 小久保清治 (1949)，浮游生物分類学　厚生閣発行。

(3) NISHIMURA Saburo (1957), Some Consideration Regarding the Amount of Foods Daily taken by an Early Postlarva of Sardine.
Ann. Rep. Jap. Sea Reg. Fish.Res.Lab. No. 3

(4) 内田恵太郎，外8名 (1958)，日本産魚類の稚魚期の研究。　九州大学農学部水産第二教室。

第2部　幼稚魚の食性について

横　田　滝　雄

1. 研究の方法

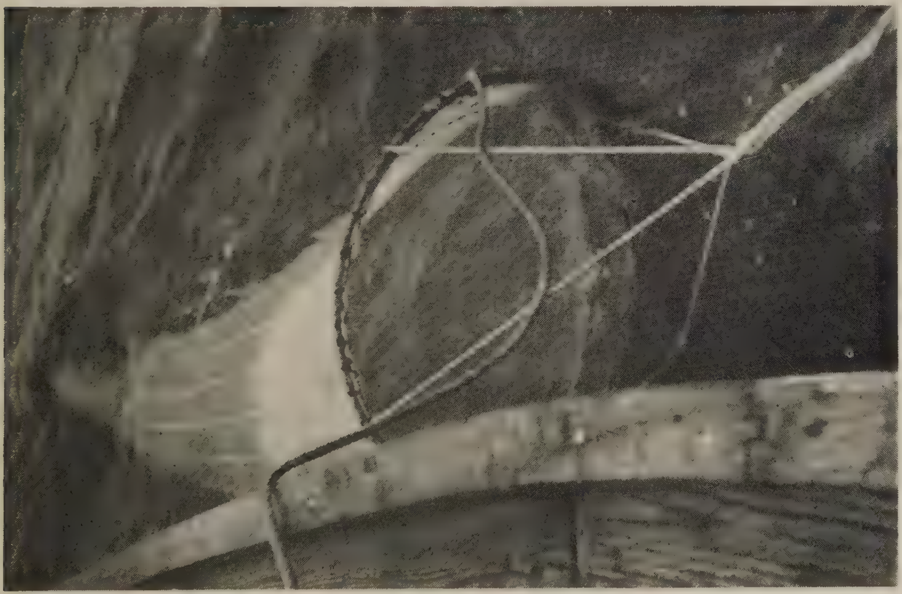
1.1°　標本の採集の方法

本研究に使用した標本は，月例定線産卵稚魚調査で得られた仔，稚魚，沿岸水域で操業する舟曳網の漁獲物，及び，小型定置網の漁獲物より採集した。

1.11　稚魚網による採集

採集に使用した稚魚網は，チnet 及び ㊥net で，㋠net は口径 130cm，長さ 430cm で網口より約 2/3 までは，綟子網であり，その網目の大きさは 60～50K で，後部の 1/3 はミュラーガーゼ No.3で作られている(Fig.1.1）。㊥net は口径 60cm，長さ 150cm で全体が網目 0.3mm のミュラーガーゼ No.3 で作られている。（Fig.1.2）この2種の採集網を，調査船の両舷に曳航した。曳航は風を背にして，5分間水平に行った。

Fig. 1.1　㋠net

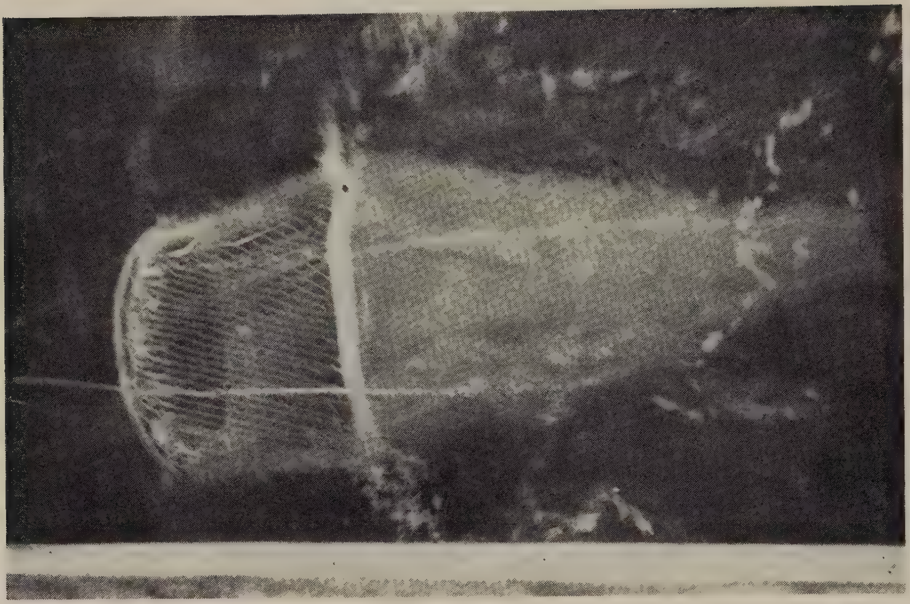


調査定線は Fig.1.3 のように，中部及び北部日向灘沿岸海域に定め，毎月末に採集を行った。この外に，種子島，屋久島近海よりも少数の標本が得られた。

1.12　舟曳網による採集

舟曳網の漁場は，土々呂港内又は同港外の水深 15m 以浅の沿岸であって，漁獲物は，南海区水産研究所延岡支所のすぐ前にある土々呂漁業協同組合の販売所に水揚げされる。従って必要の都度標本採集は可能である。漁場及び標本採集の位置は Fig. 1.4 のようになって，極めて便利である。しかも，漁場より標本採

Fig. 1.2 ㊥net



集の場所まで，漁獲物が運搬されるに要する時間は30分以内であろう。又必要に応じては，漁獲物運搬船に便乗して操業現場に行き，漁獲直後に標本を採集することも可能で，運搬中に起る消化管の内容物の変化も知ることができるようであった。

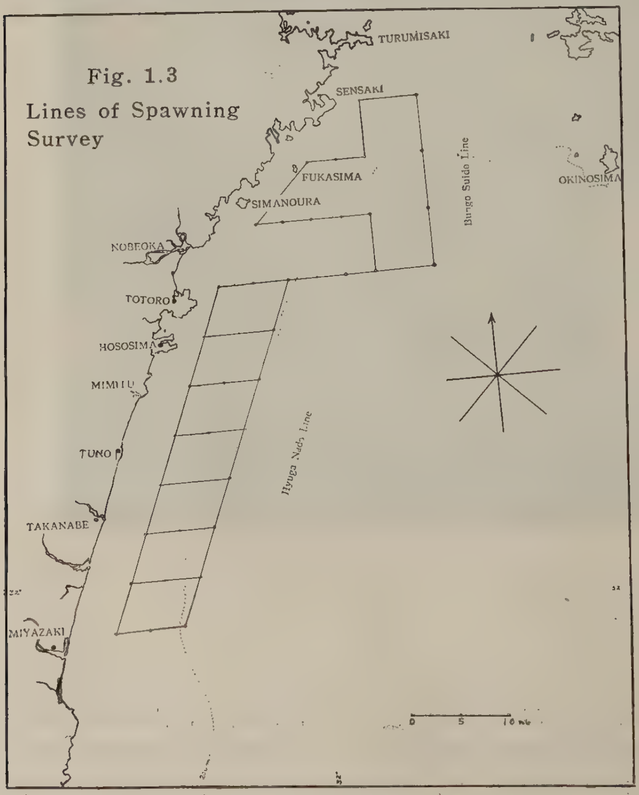


Fig. 1.3
Lines of Spawning Survey

漁具は極めて簡単なもので，引綱，棕呂製の荒目網に続いて，綟子網（60～50K）製の袋網が附けてある。この網の特徴は，袋網に天井があって，袋網全体が浮樽で支えられている深さまで沈下するようになっていることであって，打ち廻わした網は，浅所に2雙の網船を錨定して，これらの網船に引き寄せられて揚網するものである。主要な漁獲物は，カタクチイワシのシラスであるが，色々な魚類の稚魚が混獲される。

1.13　小型定置網による採集

小型定置網は小台網といわれるもので藁製の大目な道網，トワイン製の3～4寸目の囲網を楕円型に建て入れ，道網との結着点の両側又は片側を開いて魚の入口とする。この囲網の½は魚の運動場とし，他の½に細目の落し網を入れる。その末端

の魚取部を支えるため，孟宗竹で作った台形の浮子があるので，小台網といわれる。

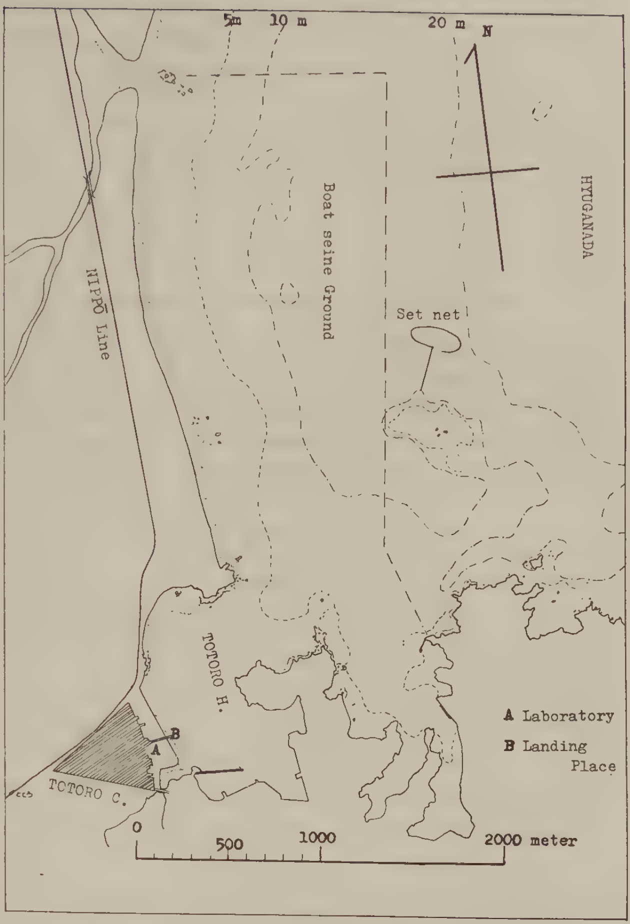
漁場は Fig. 4 に見られるように，販売場より動力船で15〜20分程度で到着し得る距離にある。

揚網は，落し網の部のみを取り扱うもので，毎日午前5〜6時頃（朝持ち）と午後5時頃（夕持ち）と2回行われるのが普通である。

標本の採集は，漁獲物が水揚げされる度に可能であり，朝持ちの標本と夕持ちの標本とが，区別されて保管されるようにした。

以上のような標本の採集は，漁獲尾数に応じて比例抽出されたものではなく，魚種も尾数も必要に応じて有意に採集された。

Fig. 1.4



1.2° 魚種の査定

魚種の査定で専門的な知識が必要なのは，㊄net 及び ㊥net で採集される仔稚魚であって，これらは主として，九州大学大学院の学生であった水戸敏氏が，南海区水産研究所延岡支所で，日向灘及びその周辺の魚卵及び仔魚の研究を1ケ年以上研究されたので，その際に得られた同人の知見に基いた。その外に，標本を九州大学内田研究室に送って，査定を依頼したものや，支所職員野村星二君が，標本を持参して，内田研究室で仔魚に関する研修を受けさせた。他方，毎月採集された標本を，3ケ月毎に集めると，同一の魚種で，ほぼ成魚の形態を備えた個体より，稚魚までの各段階が得られるので，大形の稚魚より逆に小形のものを順次に配列して同定したものもある。

舟曳網の漁獲物では，ハゼ類を除けば，さほど査定に困難な魚種は出現しなかった。ハゼ類は，九州大学内田研究室の道津喜衛氏に依頼した。同氏の査定によると，土々呂近海に出現するハゼ類の主なるものは次のようになる。

採集月日	和名	学　名
1958 Ⅰ 5	シロウオ	*Leucopsarion petersi* HILGENDORF
'58 Ⅰ 18	ニラミハゼ	*Hteroplopomus barbatus* (TOMIYAMA)
'58 Ⅱ	シラヌヒハゼ	*Ctenogobius dotui* TAKAGI
'58 Ⅱ	ミミズハゼ	*Luciogobius gattatus* GILL
'58 Ⅱ 20	サビハゼ	*Sagamia genionema* (HILGENDORF)
'58 Ⅲ	アカハゼ	*Chaeturichthys hexanema* BLEEKER
'57 Ⅻ〜'58 Ⅲ	ドロメ	*Chasmichthys gulosus* (GUICHENOT)
'58 Ⅳ	ニクハゼ	*Chaenogobius heptacanthus* (HILGENDORF)

'58 Ⅳ	チクゼンハゼ	*Paleatogobius uchidai* TAKAGI
'58 Ⅳ	スジハゼ	*Rhinogobius pflaumi* (BLEEKER)
'58 Ⅳ 26	ヨシノボリ	*R. similis*(GILL)JORDA Net SNYDER
'57 Ⅶ 30	シマハゼ	*Tridentiger trigonocephalus* (GILL)

以上の12種の内，最も多く出現するものが，サビハゼのように思われる。

小台網の漁獲物は全く成魚と同じような形態的特徴を持っているので，特殊な魚類が出現しない限り，種の査定に困るようなことはなかった。

1.3° 調 査 尾 数

調査用の標本を採集したのは，昭和29年以降昭和34年4月までの間であった。

1.31 ㊇，㊥net 採集によるもの

以上の期間中に，稚魚網を使用して採集した仔魚，稚魚の種類別の尾数を四半期毎に整理したのが表 1.1 で，48 種 2475 尾となっている。この採集状況が，仔，稚魚の季節的出現状況を反映しているものではあるが，四半期毎に整理してあるため，出現期が実際よりも長いような印象を与える。

Table 1.1 Net collections 1954～1958

Species name	Month				Sum
	1～3月	4～6月	7～9月	10～12月	
Trachurus japonicus マアジ	31	50		22	103
Decaptrus maruadsi マルアジ	6	1	4		11
Seriola quinqueradiata ブリ	5	48			53
〃 *aureovittata* ヒラマサ		15			15
〃 *purpurascens* カンパチ			6	1	7
Elagatis bipinnulata ツンブリ			1		1
Caranx equula カイワリ				1	1
Scomber tapeinocephalus ゴマサバ	10	5			15
〃 *japonicus* マサバ	9				9
Histiophorus orientalis バショウカジキ			1		1
Cypselurus japonicus ハマトビウオ	2				2
Coryohaena hippurus シイラ			8	1	9
Etrumeus micropus ウルメイワシ	2	2	0	5	9
Engraulis japonica カタクチイワシ	323	299	274	335	1231
Sardinops melanosticta マイワシ	3	32	0	0	35
Mugil cephalus ボラ	1	4		23	28
Upeneus bensasi ヒメジ		25	100	38	163
Cololabis saira サンマ	70	25	0	24	119
Gonorhynchus abbreviatus ネズミギス			62	61	123
Saurida エソ類				6	6
Champsodon snyderi ワニギス				2	2
Diaphus sp. ハダカイワシ				2	2
Ammodytes personatus イカナゴ				1	1
トビウオ(単)	1	13	6	3	23
トビウオ(複)	2	11	10	3	26
Macrorhamphosus scolopax サギフエ	68			20	88
Hemiramphus sajori サヨリ		3	1		4
Euleptorhamphus longirostris トオザヨリ			4		4
Sphyraena sp. カマス型	1				1
Girella punctata メジナ	23	7		12	42
Kyphosus cinerascens テンジクイサキ			18	13	31
Pomadasyidae イサキ			44	5	49
Goniistius zonatus タカノハダイ	16			59	75
Epinephelinae ハタの類	1			1	2
Abudefduf vaigiensis オヤビッチャ		9	20	2	31

Chromis notatus スズメダイ				2	2
Chaetodon tidae チョウチョウウオ科	12				12
Microcanthus strigatus カゴカキダイ				18	18
Lepidotrigla カナガシラ型	4	2			6
Sebastiscus カサゴ型				3	3
Pholis pictus ニシキギンポ		1	12	1	14
Omobranchus elegans ナベカ			2	5	7
ギンポ型	3	3		2	8
Uranoscopus japonicus ミシマオコゼ			3	20	23
Stephanolepis cirrhifer カワハギ		4	42	1	47
Rudarius ercodes アミメハギ		6	1		7
Antennarius tridens イザリウオ		5			5
Balistes conspicillum モンガラカワハギ			1		1
Sum					2,475

周年出現する魚種はカタクチイワシであり，比較的長期間出現するものにトビウオ類，ヒメジ等がある。冬季より春季に亘って主として採集される魚種が多く，21種，主として夏より秋に採集される魚種は16種であって，産業上重要魚種であるアジ科魚類の大部分，サバ類，イワシ類，サンマ等は，冬から春の間に主として採集された。この表に見られるように，出現時期が同一である魚種が，仔，稚魚の群聚を作っているものと仮定する。

1.32　舟曳網によるもの

土々呂港及びその外側では，舟曳網は周年操業している。その漁獲物より標本を採集して，目的の調査に使用したものを，魚種別に月別に整理すると，表 1.2 のようになる。この尾数比は，必ずしも漁獲物の魚種組成を示すものではなく，撰択性が大きく作用しているもので，漁獲量の95%以上はカタクチイワシで占められていると考えてよい。

周年漁獲されるものはカタクチイワシのみであって，主として春季に漁獲される魚種には，産業上重要なサバ類，イワシ類，タイ類，マアジ等が含まれている。しかし，この内でウルメイワシやチダイは既に前年の11月頃より漁獲されている。キスは夏に稚魚が漁獲され，春には主として未成魚が漁獲される。その他夏に稚魚が漁獲されるものに，マルアジ，イシダイ，ハゼの数種，マエソ，アカカマス，アイゴ等があり，イカ類の仔虫は殆ど周年漁獲されている。

調査した魚種は41種 9.563尾であって，出現期を同じうする魚種によって，沿岸成育場での魚種の群聚が形成されているものと考える。この魚種組成は表 1.1 のものと相当異ったもので，イワシ類，アジ類，サバ類を除けば，両表に共通に見られる魚種は，マボラ，ネズミキス，ギンポ（ナベカ）等の数種に過ぎない。

1.33　小台網によるもの

表 1.3 に魚種別に調査尾数を掲げてある。その種類は舟曳網のものよりも多く61種に達している。新たに出現した主なるものは，ギンカガミ，イトヒキアジ，ネンブツダイ，ムツ，キンメモドキ，カワハギ等である。この魚種組成は，漁獲物の組成を数的にも反映しているものではなく，漁獲物の主要なものは，マアジとカタクチイワシであろう。しかし，月別に見ると魚種に変遷がある。即ちサバ類は 4， 5 月に多く， 6， 7 月と減少している。マイワシもほぼ同様な傾向にある。ギンカガミ，イトヒキアジ，ヒメジ等は 6 月より多くなっている。マアジ，ウルメ等は 4〜7 月間には大きな変化は認められない。朝持ちと夕持ちとで漁獲状況の相違としては，マアジ，ウルメイワシ，ヤマトカマス等のように夕持ちに多いものと，ネンブツダイ，ムツ，タチウオ，イカ類のように朝持ちに多いと思われるものがある。又成魚としては底棲魚と考えられているムツ，カマス類，ダルマガレイ類，トビササウシノシタ等の若魚と，表層洄浮魚であるアジ，サバ，イワシ類等の若魚とが混獲されているのは，小台網の漁獲の対象となる魚群の群聚は，後に示すそれら体長組成よりして，それぞれの魚種が，同一の成育場より沖合の固有の棲息場に分散する過程のものと考えられる。

Table 1.2 Boat seine ′57～59

Species name	Month												Sum
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
E.japonica カタクチ	476	682	636	687	60	42	343	652	220	526	184	658	5,166
S.melanosticta マイワシ	498	45	83	20								5	651
E.micropus ウルメ	588	326	141	26							3	159	1,243
S.tapeinocephalus ゴマサバ	0	0	20	87	4								111
S.japonicus マサバ	0	20	274	62									356
T.japonicus マアジ	1	27	199	331	151	75	3	1					788
D.maruadsi マルアジ							2	20					22
Evynnis japonica チダイ	11	57	42	3							2	12	127
Plecoglossus altivelis アユ	63	52	49	28									192
Apogon lineatus テンジクダイ		2	1	1									4
Mylio macrocephalus クロダイ	11												11
Oplegnathus fasciatus イシダイ								2					2
Sagamia spp. ハゼ							86	13		22	12		133
S.genionema サビハゼ		4	89	184								9	286
Chasmichthys gulosus ドロメ	20	1	7	121								2	151
Omobranchvs elegans ナベカ	5		4									12	21
Saurida undosquamis マエソ			9	12				5	1			1	28
Trachinocephalus myops オキエソ	2	33	9	3									47
Sillago sihama キス	3	3	4					1	11			20	42
Sphyraena japonica ヤマトカマス		2		7	8								17
〃 *pinguis* アカカマス							2						2
Leucopsarion petersi シロウオ	16	14	5										35
Callionymus sokonumeri ソコヌメリ			1	1									2
M.cephalus ボラ		2	3										5
Leiognathus rivulatus オキヒイラギ			3										3
L.nuchalis ヒイラギ			2		1								3
Plotosus anquillaris ゴンズイ				2									2
Trichiurus lepturus タチウオ				3							3		6
G.abbreviatus ネズミギス												1	1
Siganus fuscescens アイゴ							4						4
Leptocephalus(Apodes) レプト(無足類)	2	3	4	3								2	14
Leptocephalus(Elopina) 〃 (カライワシ)	1												1
Priacanthus macracnthus キントキダイ	2												2
Parapriacanthus beryciformes キンメモドキ											1		1
Tetragonurus cuvieri ウロコイボダイ			1										1
Allanetta bleekeri トウゴロイワシ				7									7
Lagocephalus lunaris サバフグ				1									1
Miichthys imbricatus ホンニベ	1												1
Loligo japonica ジンドウイカ	1	4	14	9			4	2				3	37
Ommatostrephes sloani pacificus スルメイカ	20		6	10									36
Euprymna morsei ミミイカ	1		2	1							3	3	10
Sum													9,572

Table 1.3 Set net 1957

Species name	Month / Sum	4 月	5 月 朝 m.*	5 月 夕 e.*	6 月 朝 m.*	6 月 夕 e.*	7 月 朝 m.*	7 月 夕 e.*
T.japonicus マアジ	1,955	338	211	406	293	381	221	105
D.maruadsi マルアジ	27	0	0	0	4	0	3	20
D.muroadsi マロアジ	3	0	0	0	2	1	0	0
D.lajang モロ	1	0	0	0	1	0	0	0
C.eqqula カイワリ	17	3	5	2	4	0	3	0
L.rivulatus オキヒイラギ	63	8	23	2	19	1	7	3
M.maculata ギンカガミ	111	2	0	1	15	20	36	37
Alectis cilialis イトヒキアジ	35	0	0	0	6	8	20	1
S.purpurasceus カンパチ	1	0	0	0	0	0	0	1
S.quiqueradiata ブリ	3	0	0	0	0	1	2	0
S.tapeinocephalus ゴマサバ	491	136	161	180	4	8	0	2
S.japonicus マサバ	279	16	110	127	9	17	0	0
T.lepturus タチウオ	48	0	1	0	24	14	8	1
S.pinguis アカカマス	25	0	3	1	6	1	9	5
S.japonica ヤマトカマス	480	0	26	127	83	237	4	3
P.anomala イボダイ	1	0	0	1	0	0	0	0
A.semilineatus ネンブツダイ	160	64	39	4	31	0	22	0
P.umbrus ツマグロアゴナシ	7	0	0	1	4	0	1	1
E.japonica チダイ	1	0	0	0	1	0	0	0
C.major マダイ	3	1	2	0	0	0	0	0
S.melanosticta マイワシ	163	4	13	135	8	3	0	0
E.micropus ウルメイワシ	1,128	125	233	266	118	130	111	145
E.japonica カタクチ	123	17	27	46	17	2	9	5
K.punctatus コノシロ	1	0	1	0	0	0	0	0
H.zunasi サッパ	44	0	3	16	8	3	7	7
C.saira サンマ	1	0	0	1	0	0	0	0
Exocoetidae spp. トビウオ	17	0	6	1	4	3	0	3
S.japonicus キビナゴ	26	0	23	3	0	0	0	0
U.benisasi ヒメジ	61	0	3	0	0	16	30	12
P.anguillaris ゴンズイ	15	0	2	6	0	7	0	0
P.macracanthus キントキダイ	4	0	0	0	3	0	1	0
P.beryciformes キンメモドキ	16	0	0	0	16	0	0	0
S.undosquamis マエソ	20	4	3	7	5	1	0	0
S.boops ムツ	110	18	22	21	31	4	14	0
L.argentiventris タカベ	6	5	1	0	0	0	0	0
T.oxyrhynchus シマイサキ	10	0	5	0	4	1	0	0
P.trilineatum イサキ	15	0	1	0	3	0	9	2
S.sihama キス	6	1	0	1	1	1	2	0
S.fuscescens アイゴ	5	0	3	1	1	0	0	0
R.nystromi nystromi ギンアンゴ	1	0	0	0	1	0	0	0
A carinatus ハチ	3	0	0	0	1	1	1	0
O.asiro アジロ	2	0	2	0	0	0	0	0
H.nigripinnis ヒゲダイ	1	0	1	0	0	0	0	0
C.kumu ホウボウ	1	0	1	0	0	0	0	0
D.orientalis セミホウボウ	1	0	1	0	0	0	0	0
Chaetodon sp. チョウチウョウオ科	2	0	0	0	0	0	0	2
C.Septentrionalis キンチャクダイ	9	0	0	0	0	4	0	5
B.ulvarum アオサハギ	4	0	0	0	0	1	0	3
S.cirrhifer カワハギ	26	0	4	1	6	1	9	5
G japonicus ダイミョウサギ	1	0	0	0	0	0	1	0
O.spinosa オニゴチ	2	0	0	0	2	0	0	0
C.sokonumesi ソコヌメリ	27	0	0	2	4	8	2	11
P.cinnamoneus ガンゾウヒラメ	1	0	0	0	1	0	0	0
A.kobensis トビササウシノシタ	6	0	0	0	0	0	6	0
H.japonicus ササウシノシタ	1	0	1	0	0	0	0	0
Psettina ijimai イイジマダルマ	7	0	0	0	1	1	1	3
O.s.pacificus スルメイカ	85	5	38	28	7	3	2	2
S lessoniana アフリイカ	1	0	0	0	1	0	0	0
E.morsei ミミイカ	4	0	2	1	1	0	0	0
S.hercules コブシメ	2	0	0	0	1	1	0	0
L.japonica ジンドウイカ	106	0	34	7	31	16	16	2
Sum	5,775							

*m.……morning e.……evening haul

調査総尾数は 5.775 となっている。

1.4° 標本の整理並に処理の方法

1.41 標本の整理

調査船によって採集された標本は，現場で管瓶に収容して約10%のホルマリン液に滲漬されるように，ホルマリン原液を加えて処理し，研究室で魚種の査定を行い，種類別に細管に納めて10%ホルマリン液を加え，脱脂綿の栓をして，月別に標本瓶に収容してホルマリンに滲漬した。

舟曳網，小台網の漁獲物より採集した標本は，シャーレー又はヴァットに容れて，10%のホルマリン液を加え，数日放置した後で，標本瓶に納めて整理した。このように，シャーレー又はヴァット中で固定した理由は，固定の途中で魚体が彎曲するのを防ぐためである。

1.42 処理の方法

前述のようにして整理された標本を取り出し，大型シャーレーに移して，大体の大きさを判別して体長群に別けて，それぞれを小型のシャーレーに収容し，各体長群より原則として20尾を取り出す。20尾に満たない場合は全数を調査する。このようにして定められた標本個体の集りを群とする。

次に全長，体長，体高，体重の測定をすることになる。

体長としては被鱗体長を基準とし，稚魚では吻端より尾部骨格の末端までを測定した。仔魚では，全長及び肛門長を測定した。

体高は，腹側と背側との最大距離を測定した。従って仔魚稚魚期では，イワシ類では背鰭の起部を基準とし，サバのように頭部の大きい魚種では頭部を測定する。

これらの測定に当っては，標本の大きさによって種々な方法を採用した。即ち小型の仔魚，稚魚は，顕微鏡下で micrometer を使用し，やや大形のものでは pocket-comparater に依り，更に大形で mm を単位として測定可能なものは，解剖顕微鏡下で測定した。

体重の測定には石田式上皿自動天秤を使用して 1/100g まで読み取るように努力した。しかし，この種の天秤では仔魚，稚魚の体重を 1 尾宛測定することは不可能な場合が多く，標本個体数が多い場合には，同一体長のものを数尾又10尾以上を集めて秤量して，平均体重を求めた。

以上のような測定を終った標本の腹部を切開して消化管を摘出し，消化管の発達状況を模式図的に書き取り，腸の長さ，胃の長さ等を測定する。

腸の長さ。胃の分化しない仔魚期の消化管は，一般に透明な食道部につづいて，不透明で襞のある腸となっているようであるから，この不透明な部分の肛門までの長さを腸長，(il) とした。

胃の長さ。胃は盲嚢部と幽門部とに区別できるので，それぞれの長さを測定したが，胃の長さ (s l) としては，盲嚢部の長さを使用する。

胃の重量及び胃内容物の重量の測定。体重の測定と同様に，石田式上皿自動天秤を使用した。しかし，測定不可能な胃が多かったので，餌生物の大きさとその数をかぞえたが，後の整理作業で実際に使用し得るものはなかった。

1.5° 用語の説明

本報告に使用している特種な用語の説明をしておくことは，記述を進める上に便利であろう。

1.51 肥満度 (f) Fatness

各魚種の体形を比較するには，体の 3 軸の大きさ，即ち，体長，体高，体巾の大きさによるものであるが，これらの綜合的な 1 つの数値を持って体形が代表されると便利である。そのために次のような数値を求むる。

Table 1.4 Relation of Total Length (T.L) and Anual Length (A.L) No.1

Species	T.L	A.L	A.L/T.L
	mm	mm	
サンマ *C. saira*	2.00	12.0	0.6
	15.0	9.0	0.6
	14.5	8.8	0.6
	8.0	5.0	0.62
	7.0	4.3	0.61
	6.5	4.0	0.61
ボラ *M. cephalus*	26.0	14.0	0.54
	16.0	8.0	0.5
	15.0	8.0	0.53
	13.0	7.0	0.54
	10.0	5.0	0.50
	9.5	5.0	0.53
	7.5	4.0	0.53
	6.5	3.0	0.46
	6.0	3.0	0.50
	3.0	2.0	0.55
トビウオ *Exocoetidae*	17.5	10.5	0.60
	15.0	9.0	0.60
	14.5	7.5	0.52
	8.0	4.0	0.50
	7.0	3.5	0.50
マアジ *T. japonicus*	3.1	1.36	0.44
	3.5	1.8	0.51
	4.3	2.0	0.46
	5.0	2.5	0.50
	6.0	3.0	0.50
	7.0	3.6	0.51
	10.2	5.0	0.49
	12.5	6.0	0.48
	16.0	8.0	0.50
	23.5	11.5	0.49
	28.0	14.0	0.50
メジナ *G. Punctata*	19.0	9.0	0.47
	18.5	8.0	0.43
	18.0	8.0	0.44
	17.0	8.0	0.47
	15.0	6.0	0.40
	11.0	5.0	0.45
	11.0	4.5	0.41
	10.5	4.5	0.43
	9.0	3.8	0.42
	9.0	3.6	0.40
	7.5	3.5	0.41
	6.0	2.5	0.42
サギフエ *M. scolopax*	24.0	16.0	0.64
	18.0	11.0	0.61
	13.0	8.5	0.65
	9.0	5.5	0.61
	7.5	4.6	0.61
	6.3	3.8	0.60
	5.0	3.0	0.60
	4.5	2.5	0.55
タカノハダイ *G. zonatus*	17.0	8.0	0.47
	15.5	7.5	0.48
	14.5	7.0	0.48
	13.0	6.0	0.46
	11.5	5.5	0.43
	10.0	5.0	0.50
	9.0	4.0	0.44
	8.0	3.5	0.44
ブリ *S. quinqueradiata*	13.0	7.0	0.53
	11.0	6.0	0.54
	10.0	5.5	0.55
	9.0	5.0	0.55
	8.5	4.5	0.53
	8.0	4.0	0.50
	7.0	3.5	0.50
ヒラマサ *S. purpurascens*	15.0	8.0	0.53
	13.5	7.5	0.55
	11.0	6.0	0.54
	10.5	6.0	0.57
	9.0	5.0	0.55
	8.5	4.8	0.56
	8.0	5.0	0.63
	7.5	4 3	0.57
	7.5	4.0	0.53
	6.0	3.5	0.58
	5.5	3.0	0.54
ヒメジ *U. bensasi*	23.0	11.0	0.48
	17.0	8.0	0.47
	16.0	8.0	0.50
	15.0	7.5	0.50
	14.0	6.8	0.48
	12.5	6.0	0.48
	10.5	4.5	0.43
	8.5	4.0	0.47
	8.0	3.8	0.48
シイラ *C. hippurus*	15.0	7.3	0.49
	14 5	6.5	0.45
	11.0	5.5	0.50
ニジギンポ *P. pictus*	18 0	8.0	0.44
	10.0	4.3	0.43
	9.0	3.7	0.41
	7.0	3.0	0.43
	4.0	1.5	0.38
	12.0	3.5	0.29
	8.5	3.0	0.35
	8.0	2.5	0.31
	6.0	2.0	0.33
	4.5	1.5	0.33
カワハギ *S. cirrhifer*	18.0	7.0	0.39
	16.0	7.0	0.43
	15.0	6.5	0.43
	13.0	5.5	0.42
	12.0	5.5	0.46
	10.5	5.0	0.47
	9.5	4.5	0.47
	8.0	4.0	0.50
	7.0	3.0	0.43
	6.5	3.0	0.46
	6.0	2.5	0.42
サヨリ *H sajori*	26.5	18.0	0.67
	19.0	11.5	0.61
	14.0	10.5	0.70
	6.5	4.5	0.69
トオザヨリ *Exocoetidae*	17.5	11.0	0.63
	14.0	9.0	0.64
	12.0	7.5	0.63
	10.5	6.5	0.62
ミシマオコゼ *U. japonicus*	10.5	5.5	0.52
	9.5	5.0	0.53
	8.0	4.0	0.50
	5.5	3.0	0.54
ツバメトビウオ *C. hirudo*	27.0	15.0	0.56
	17.0	10.0	0.59
	14.5	8.5	0.59
	14.0	8.0	0.57
	11.0	6.0	0.55
	10.5	6.0	0.57
	8.0	5.0	0.61
	7.5	4.5	0.60
ハマトビウオ *C japonicus*	45.0	26.0	0.58
	9.0	5.0	0.55
マサバ *S. japonicus*	8.0	3.5	0.44
	7.0	3.0	0.43
	7.0	3.0	0.43
	4.5	2.0	0.44
	3.6	1.6	0.44
ゴマサバ *S. tapeinocephalus*	4.5	1.9	0.42
	3.6	1.6	0.44
	3.2	1.5	0.47
テンジクイサキ *K. cinerascens*	15.0	7.0	0.47
	11.0	5.3	0.48
	10.5	5.0	0.48
	10.0	4.8	0.48
	8.5	4.0	0.47
	8.0	4.0	0.50
	7.5	3.6	0.48
	6.5	3.0	0.46
バショウカジキ *H. orientalis*	9.54	4.5	0.47
オキエソ *T. myops*	18.5	12.0	0.65
	14.0	10.0	0.72
トカゲエソ *S. elongata*	19.0	13.0	0.68
	18.0	12.5	0.69
	10.5	8.0	0.76
ワニギス *S. tumbil*	24 0	12.0	0.50
	10 5	5.0	0.48
ハダカイワシ *Myctophinae*	13.0	7.0	0.54
	7.0	3.5	0.50
マルアジ *D. maruadsi*	12.5	6.0	0.48
ウルメ *E. micropus*	6.5	5.0	0.77
アイゴ *S. fuscescens*	11.3	5.0	0.44
	8.0	3.5	0.44

$$f=\frac{BW-SCW}{BL^3}\times 1000$$

BL …………体長

BW…………体重

SCW ………胃内容物重量

f ……………肥満度

1.52 群捕食率 (r) Group feeding rate

胃内容物重量の測定不可能な状況下で，摂食の状態を比較するために考えられたものであって，1つの標本を群と考え，群内の総個体数と摂餌個体数との百分率を群捕食率とした。即ち，

$$r=\frac{n}{N}\times 100$$

N…………群内の個体数

n…………摂餌個体数

r …………群捕食率

1.53 摂餌量指数 (q) Feeding weight index

摂餌量の多少を比較する場合，同一魚種でも，体形の大小によって，必要とする餌の量が異なるものと考えられるので，摂餌量の絶対量を取扱うことは，不適当のように考えられ，合理的な比較用の量は次のようなものではないかと考えられる。

$$q=\frac{SCW}{BW-SCW}\times 100$$

SCW…………胃内容物重量

BW …………体重

q ……………摂餌量指数

1.54 Size preference の上限 (αmax)

同一体長でも魚種によって捕食し得る餌生物の体長の大きさが，異なることは予想される。このような場合，餌の大きさに対する撰択性を表現するために，Size Preference の上限 の定め方を規定しておく。

$$\alpha max=\frac{PLmax}{BL}\times 100$$

PLmax…………餌料種の最大体長

BL………………捕食種の体長

αmax …………Size preference の上限

しかし，後に説明するように，餌料種の体形によって，PLmax に相違があるので，基準魚種を定める必要が生ずる。

2. 予 備 研 究

幼稚魚の食性を充分理解するためには，種々の知見が必要である。そのために次のような予備的な考察を行った。

2.10 消化管の分化

魚類の消化管の形態は多岐に亘っていて，成魚になっても，一本の管状をしている無胃魚種もある。この無胃魚種でも，サンマのように直線的な管状のものや，複雑に迂曲した形を持つカレイ類の数種，又は膨部を持っているハゼ科の魚等がある。胃が形成されるものでは，末広が分類したように，4つの基本型があって，それぞれ異った食性を持っているといわれている。このような魚種特有の胃の型が，生長のどのような

過程で定まって行くかを知ることは，幼稚魚の食性を理解する上に大切なことである。

2.11 成長に伴う消化管の形態の変化

（a）イワシ型…この型に属する魚種は，相当大型になるまで，胃の分化が進まないものであって，マイワシ，ウルメイワシ，カタクチイワシ，マエソ，オキエソ，ネズミギス，アユ等である。

マイワシ……Fig. 2.1 に示すように，全長（T.L）30.0mm 体長（B.W）26.0mm 位までの稚魚では，消化管は1本の直線的な管であって，透明な食道部につづいて不透明な腸部があり，簡単な瓣を境にして直腸部となっている。食道には，咽喉部に近い部と腸に直ぐ近い部より，それぞれ1本の細管が鰾に通じている。T.L 31.0mm（B.L 27.0）に成長すると，腸に近い細管のでている部分で，食道が直角に彎曲する。T.L 32.5mm になると，鰾に通ずる細管に向って食道部が膨出してくる。全長 36.5mm（体長31mm）に達すると，その膨出が胃盲嚢（Blind sac）として完成され，彎曲した部分が幽門部（Pyloric part）として完成され，幽門垂の分化も進む。T.L 45.0mm に達すると，胃と腸の間に脂肪状の物質が集積されるようになる。これが栄養分の蓄積であろう。

Development of Digestive Organ

Fig. 2.1 マ イ ワ シ *Sardinops melanosticta*

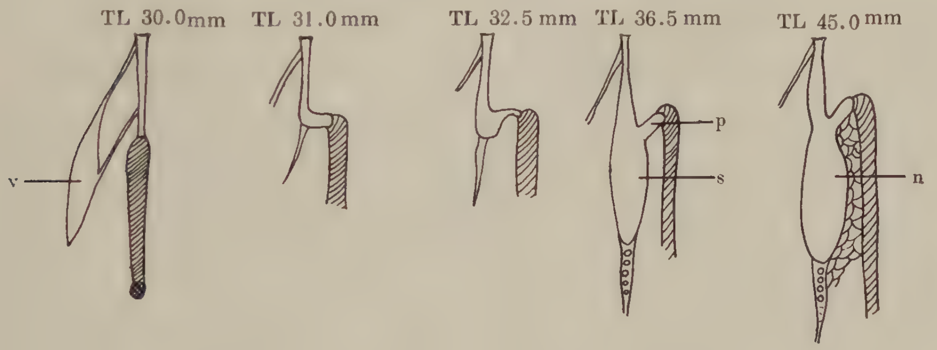


Fig. 2.2 カタクチイワシ *Engraulis japonica*

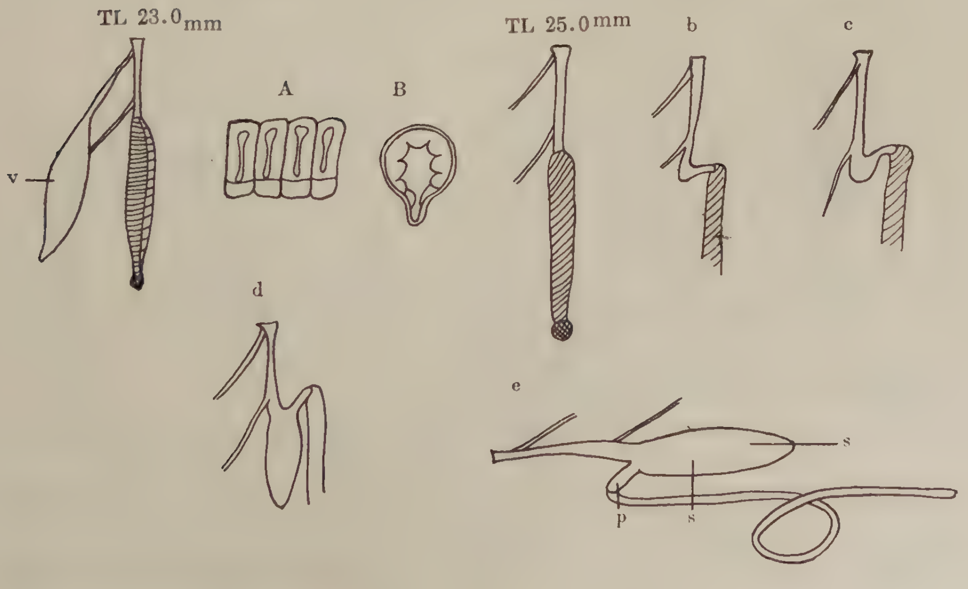
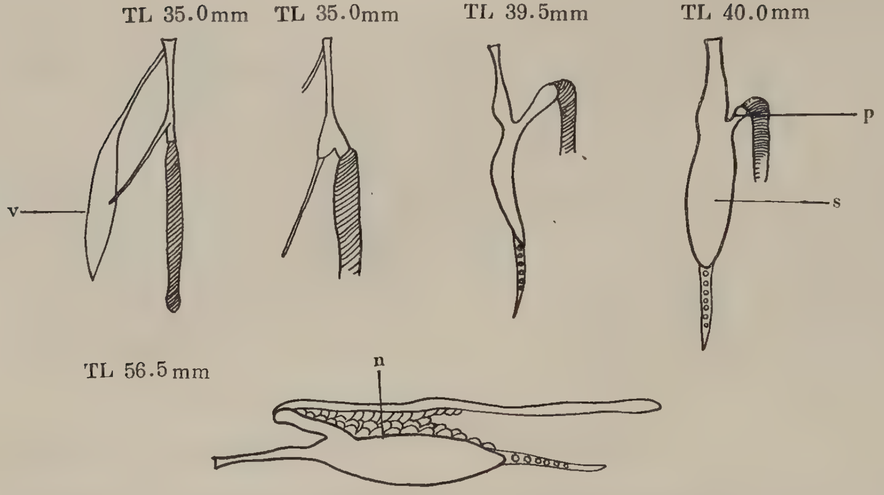


Fig. 2.3 ウルメイワシ *Etumeus micropus*



n……Stock of Nutritions　　p……Plycrus
s……Stomach　　v……Air-bladder

カタクチイワシ……Fig. 2.2 に示すように，マイワシの消化管に似ているが，後期仔魚期のもので，全長 23.0 mm（B.L. 20.0mm）に達するまでは，腸の構成がやや複雑で，外観としては Fig. 2.2 の A のように 2 段に別れているように見える。その横断面を見ると，円形の膨張した下部に溝のような構造を持つ部が付属している。このような構造がどのうような作用をするものかは明らかではないが，摂餌している個体の腸が著しく膨張し得ることはしばしば認められている。（Fig.3.1，Fig. 3.2 参照）全長 25.0mm（B.L 22.0mm）位になると，前記のような構成は消失する。胃の分化が起るのは，マイワシと異って，鰾に通ずる細管のやや後方で食道が彎曲する。その後，成長に伴って，盲嚢部及び幽門部の分化が進むとともに，腸管が細くなって，迂曲変転するようになる。このような分化の進む時期の体長が，季節的に変化する。その状況を示すと次のようになる。

胃分化期のカタクチイワシの体長（mm）

月	b	c	d	胃灰色	胃黒色化	e
1	33.0〜34.0	34.0〜35.0	35.0〜36.0	38.0	40.0	42.0
2	32.0〜34.0	33.0〜35.0	34.0〜36.0	38.0	38.0〜42.0	38.0
3	33.0〜34.0	34.0〜35.0	35.0〜36.0	38.0〜40.0	38.0〜41.0	38.0
4	30.0〜31.0	31.0〜32.0	32.0〜33.0	33.5〜36.0	39.0	39.0
5	28.0〜29.0	29.0〜30.0	30.0	32.5	33.0	34.0
8	25.0	25.0〜26.0	25.0〜27.0	27.0	30.0〜31.0	32.0
10	25.0	26.0	28.0	27.0〜28.0	28.0〜32.0	33.0
11	28.0	29.0	29.0〜30.0	31.0〜32.5	32.0〜35.0	36.0
12	29.0〜30.0	30.0〜32.0	32.0〜32.5	32.5〜34.0	35.0〜37.0	38.0

表中のb，c，d，e は Fig. 2.2 のそれである。

栄養の蓄積は腸が充分発達した時期に腸間膜に沈積される。

このようにカタクチイワシの消化管の分化の季節的な相違は，体形及び体色の変化の相異と密接に関連している。

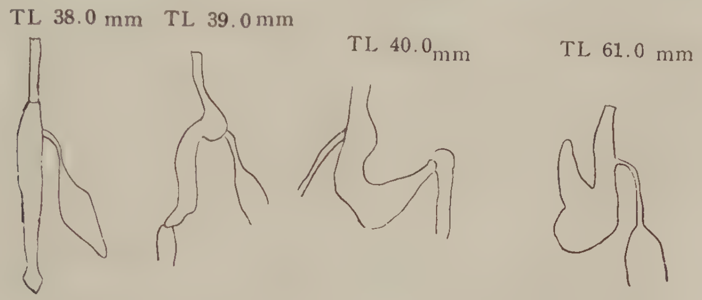
ウルメイワシ……Fig. 2.3 のようになって，マイワシと同じような分化が認められるが，各分化段階での体形が，マイワシより大きい。

エソ類……充分な資料はないが，Fig. 2.4 に見られるように，食道の彎曲部が，鰾に通ずる細管より

も上部のようである。腸管は堅く膨張性が小さい。オキエソでは全長61mmのものでは，成体と同じような形に胃の分化はおわっている。

アユ……Fig. 2.4 全長39.0mm位になると，食道に彎曲が起る。その部位は細管の下方であって，彎曲度は直角よりも小さい，分化が完了するのは，全長61.0mm位のときで，体表面の色彩は青黒色になる。この時期に海水より直ちに淡水に移しても，斃死しなくなり，激しい闘争性を発揮する。

Fig. 2.4　アユ　*Plecoglossus altivelis*



マエソ　*Saurus undosquamis*　　オキエソ　*Trachinocephalus myops*

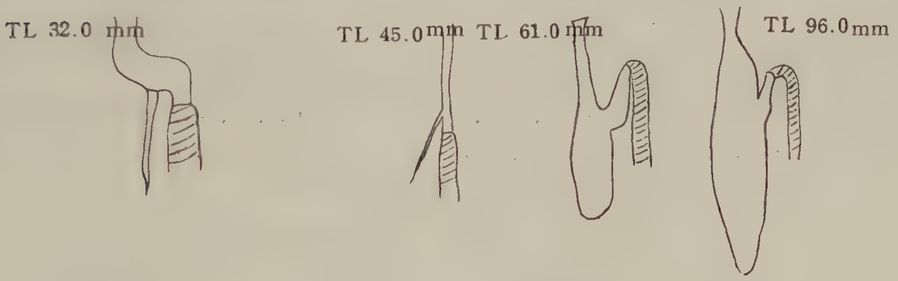


Fig. 2.5　サバ類　*Scomber spp.*

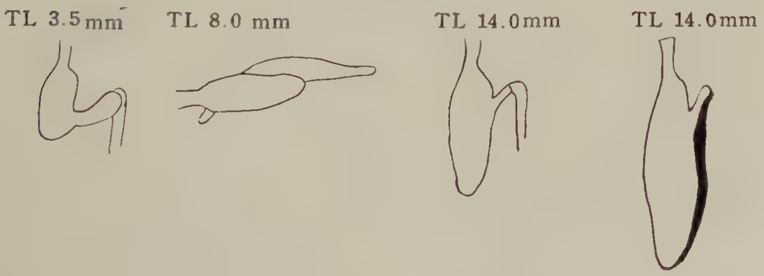
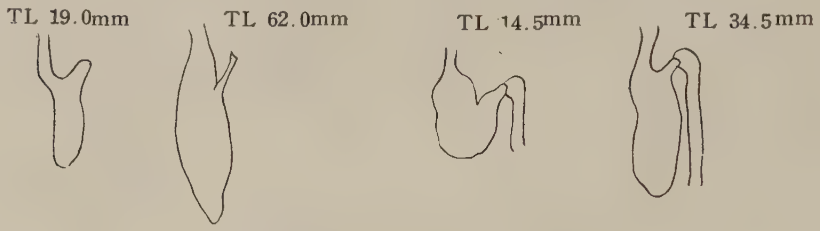


Fig. 2.6　バショウカジキ　*Histiophorus orientalis*

Fig. 2.7　ヤマトカマス *Sphyraena japonica*

Fig. 2.8　ムツ *Scombrops boops*　　シイラ *Coryphaena hippurus*



一般にイワシ型の消化管の分化を辿る魚種は，表1.4に示すように肛門長/全長が大きい。

（b）サバ型……この型に属するものは，体形が小さい時に，胃の分化が進み，成体形の胃は，末広の分類による「ト型」となるもので，ゴマサバ，マサバ（Fig. 2.5）バショウカジキ（Fig. 2.6）ムツ（Fig. 2.8）ヤマトカマス（Fig. 2.7）シイラ（Fig. 2.8）等がある。

サバ類では全長3.5mmのもので，既に胃の分化が進んでいる。全長14.0mmでは胃の分化は完了している。そうして幽門部は小さく，又盲嚢の先端より幽門部に強靱な帯状組織がある。

この型の属する魚種では肛門長/全長は，表1.4のように0.44〜0.47で，イワシ型のものより小さい。

（c）アジ型……この型の消化管を辿る魚類は，マアジ（Fig. 2.9），カンパチ（Fig. 2.10），ブリ（Fig. 2.10），ヒラマサ（Fig. 2.11），チダイ（Fig. 2.12）等がある。

Fig. 2.9　マアジ *Trachurus japonicus*

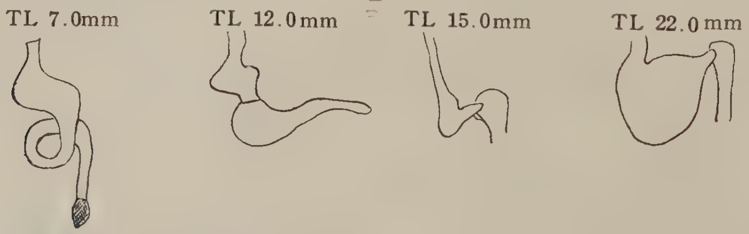


Fig. 10　カンパチ *Seriola purpurascens*　ブリ *Seriola quinqueradiata*

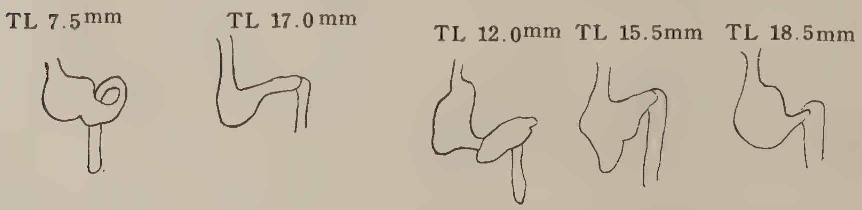


Fig. 2. 11　ヒラマサ *Seriola aureovittata*

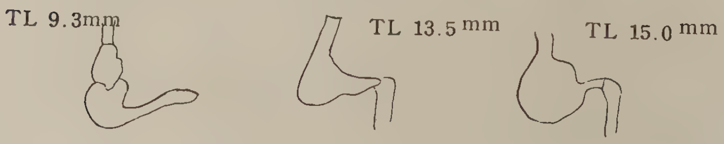
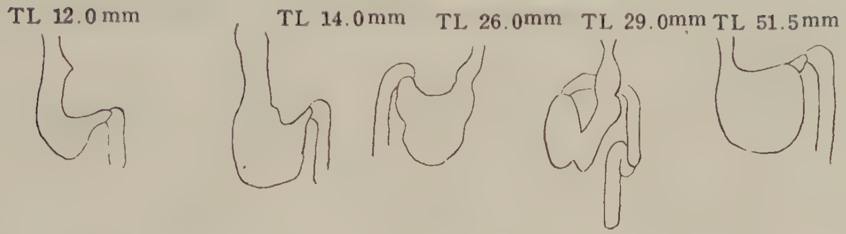


Fig. 2.12　　チ　ダ　イ　*Evynnis japonica*



マアジ，全長7.0mmの稚魚では，短い食道につづいて膨脹した「カギ」型の胃部があり，次に細い腸となり弁を経て直腸部となっている。しかも，胃と腸の境が明確ではない。全長12mmの稚魚では，胃と腸の区劃が明瞭になり，胃部に屈曲ができる。全長15mmに達すると幽門部が分化する。完全に分化した胃で，餌を充分に摂取しているときの形は，ハート形に膨脹していて幽門部は極めて小さい。

この型に属する他の魚類も概ねマアジと同様に消化管の分化が進む。肛門長/全長は表1.4に見られるように0.5に近い数値を取る。

ギンカガミ，イトヒキアジ等も，アジ型ではあるが，胃全体が著しく扁平である。

（d）イサキ型……イサキ（Fig. 2.13），タカノハダイ（Fig. 2.14），チョウチョウウオ科の魚類（Fig. 2.15）等がこの型を辿る。

イサキ，全長9.0mmの稚魚では，短い食道につづいたやや膨大した胃部があり，次に更に膨大した前腸部となり，細い屈曲した中腸と直腸とがある。全長13mmの稚魚では，胃部より盲囊の起原と思われるものが分岐してくる。元の胃部は幽門部に変って行く。全長，13.5mmの稚魚では，盲囊部が充分に発達している。

Fig. 2.13　　イ　サ　キ　*Parapristipoma trilineatum*

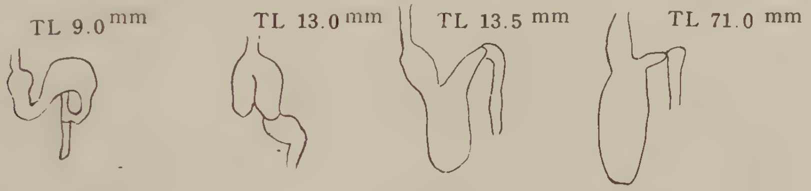


Fig. 2.14　　タカノハダイ　*Goniistius zonatus*

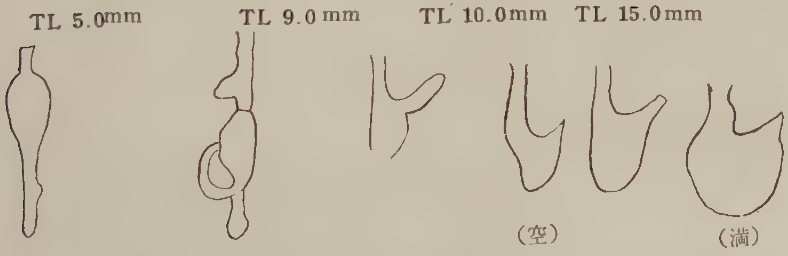
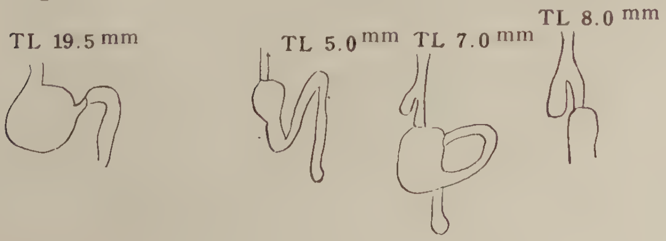


Fig. 2.15　　チョウチョウウオ科　*Chaetodontidae spp.*



タカノハダイ，チョウチョウウオ類では，イサキと同様の分化がもっと体形の小さい時期に起り，胃部の分岐が始まるのが，タカノハダイでは全長9.0mm，チョウチョウウオ類では全長7.0mmのものに既にこの種の分岐が認められる。

（c）ミシマオコゼ型……カナガシラ類（Fig. 2.16），ミシマオコゼ（Fig. 2.17），メジナ（Fig. 2.18）カゴカキダイ（Fig. 2.19），アイゴ（Fig. 2.20）等であって，短い食道につづいて膨脹部があり，細い括れを経て，又膨脹した管となっている。このような形の消化管が，稚魚の全長10.0mm以下の時期に，最初の膨大部が盲嚢として発達し，括部が幽門部として分化する。キス（Fig. 2.21），ヒメジ（Fig. 2.22），キンメモドキ（Fig. 2.23），キントキダイ（Fig. 2.24）等もこのような分化過程を取るのではなかろうか。

Fig. 2.16
カナガシラ型
Lepidotrigla spp.

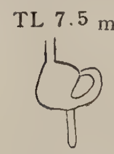


Fig. 2.17　ミシマオコゼ *Uranoscopus japonicus*

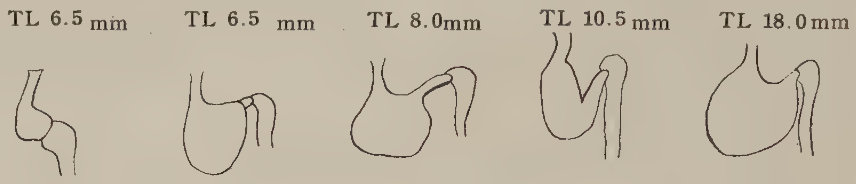


Fig. 2.18　メジナ *Girella punctata*

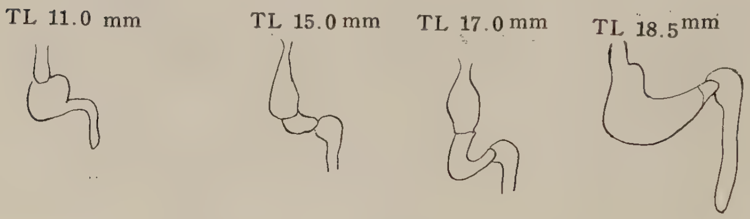


Fig. 2.20
アイゴ
Siganus fuscescens

Fig. 2.19　カゴカキダイ *Microcanthus strigatus*

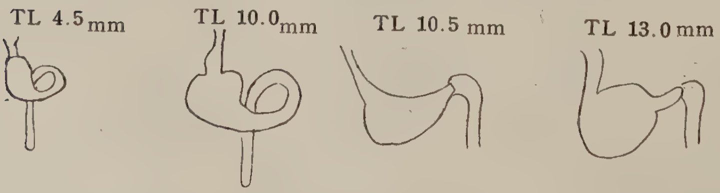


Fig. 2.21　キス *Sillago sihama*

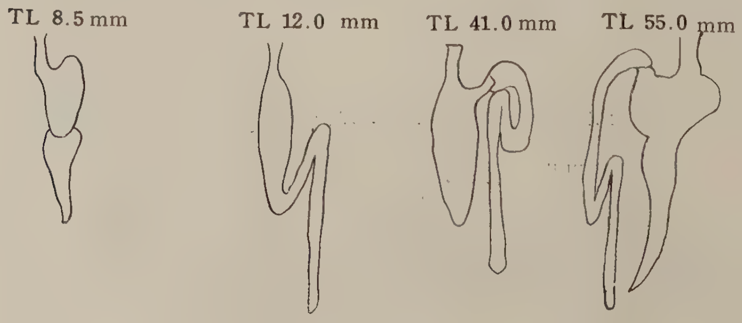


Fig. 2.22　ヒ　メ　ジ *Upeneus bensasi*

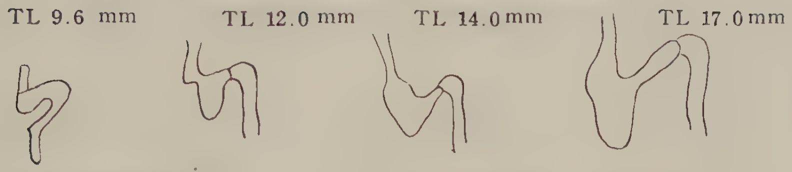


Fig. 2.23　キンメモドキ *Parapriacanthus beryciformes*

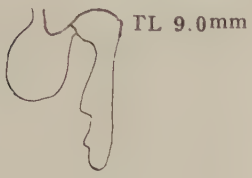


Fig. 2.24　キントキダイ *Priacanthus macracanthus*

Fig. 2.25　サ　ン　マ *Cololabis saira*

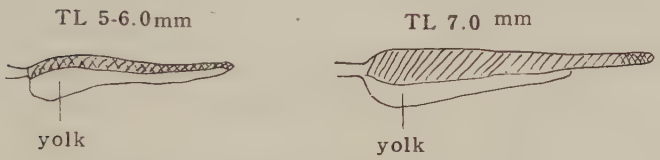
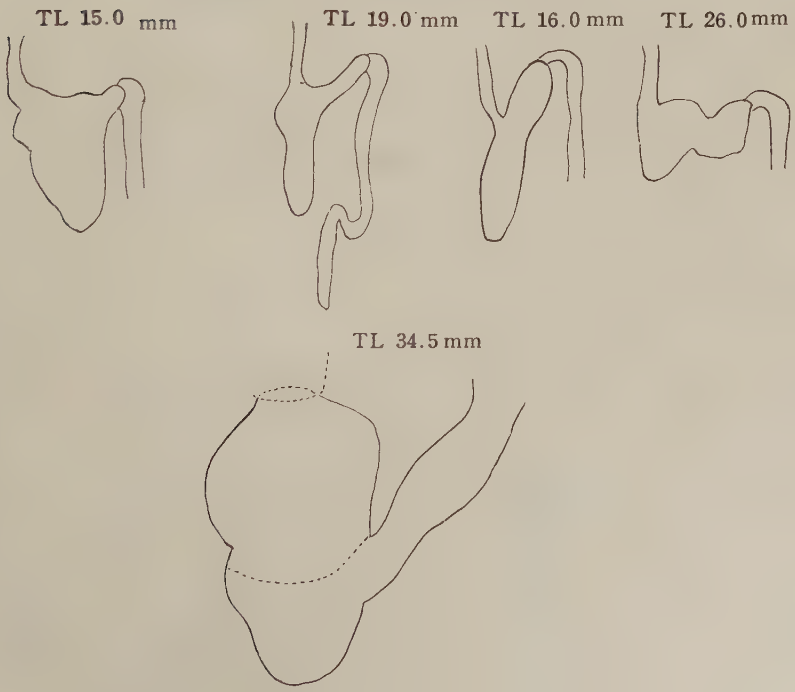


Fig. 2.26　ボ　ラ *Mugil cephalus*



（f）サンマ型……サンマ（Fig. 2.25），トビウオ類等のように全生涯を通じて胃の分化が見られず，短い食道につづいて直線的な腸管があり，後方は簡単な瓣を経て直腸となっているが，仔魚時代でも，腸壁の襞は極めて複雑である。

（g）ボラ型……（Fig. 2.26）全長 12.0mm 位の稚魚は長い食道と不透明な腸とであるが，イワシ類と同じように盲嚢の分化が起り，全長 15.0mm の稚魚では，一応の分化は終っているが，その後成長に伴い幽門部が著くし発達し，全長 26mm の稚魚では，幽門部に深いくびれができて，この部はやや硬化している。全長 34.5mm のものでは，厚い壁をもつ幽門部が完成され，その底部が胃盲嚢となっているような外観を示している。

（h）ギンポ型……（Fig. 2.27）この型の仔魚稚魚は肛門が著しく前方にあって，肛門長／全長は 0.35 〜0.44 となっている。消化管は短い食道より膨脹した前腸となり，中腸部は 2 回迂曲して直腸となっており，胃部の分化は認められない。

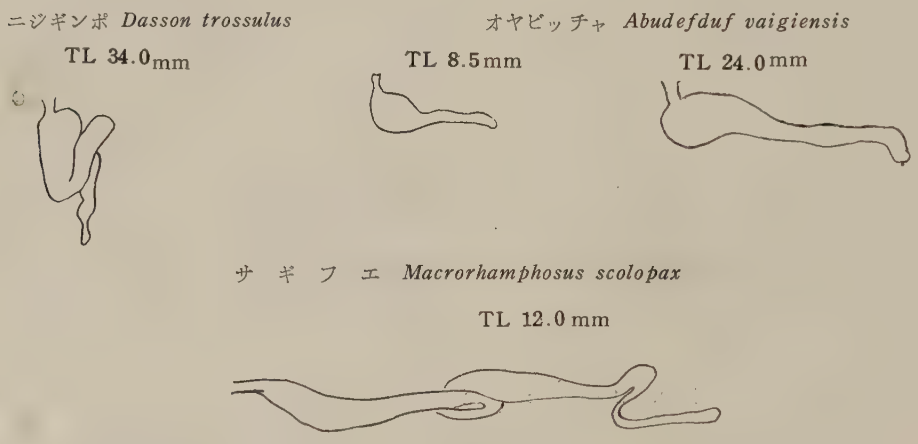


Fig. 2.27

Fig. 2.28　サビハゼ *Sagamia genionema*　シロウオ *Leucopsarion petersi*

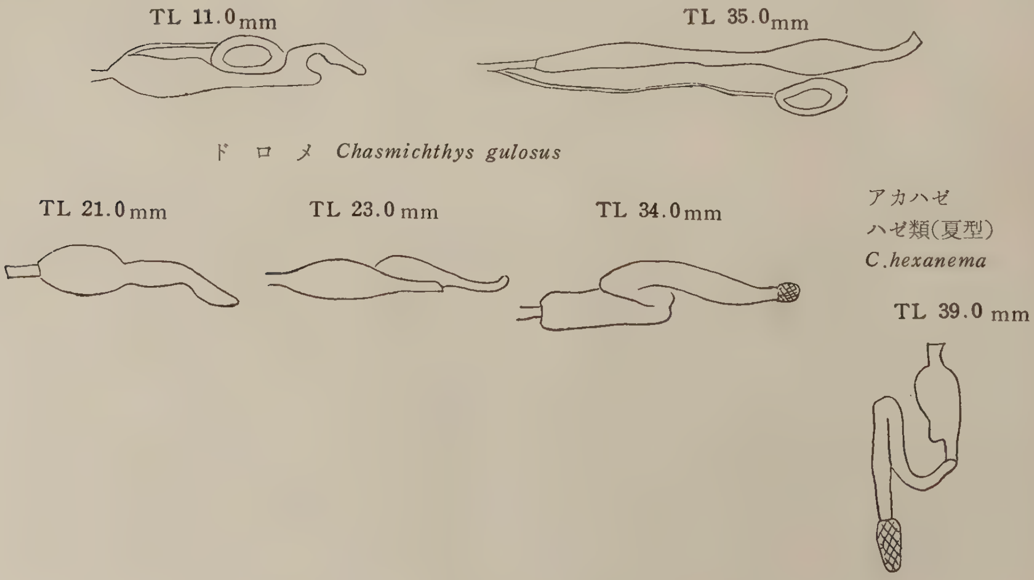


Fig. 2.29　アラメカレイ *Tarphops oligolepis*　　トビササウシノシタ *Aseraggodes kobensis*

ハゼ科魚類（**Fig. 2.28**）オヤビツチヤ，サギフエ等もギンポによく似た消化管型を持っている。

異体類（**Fig. 2.29**）には胃がよく分化した魚種（アラメカレイ）と全く分化しないトビササウシノシタのような魚種とがあるように思える。

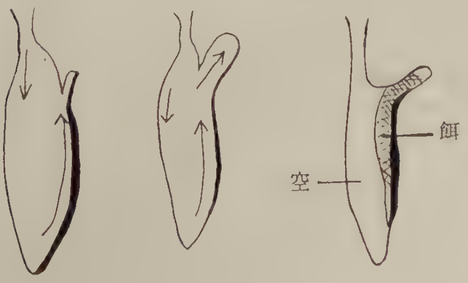
2.12　摂餌状況と胃の形体

稚魚の胃の形態は摂餌の状況によって，著しく異る魚種がある。マアジの稚魚では飽食状態にあるときの胃の形は，**Fig. 2.30** 及び **Fig. 4.16** のようなハート型であるが，超飽食のものでは，ハート型の凹部まで膨出する。しかも，幽門部は極めて小さい。しかし，消化が進むにつれて幽門部が膨出してくる。（**Fig. 2.30** の左から右え），そうして餌が完全に腸に移ると，盲囊部と幽門部とが均衡の取れた形となる。マアジでは，摂餌量に応じて胃盲囊の長さが伸長する割合よりも，巾，厚さが増大する割合が大きい。**Fig. 2.31** の左より右えの移行は，カタクチイワシの胃が，飽食状態より空胃状態になるまでの過程を示したもので，幽門部の膨張縮小の状況は，マアジによく似ているが，胃盲囊部は，伸長或は短縮する割合が大きい。

Fig. 2.30　マ　ア　ジ　*Trachurus japonicus*

Fig. 2.31　カタクチイワシ　*Engraulis japonica*

Fig. 2.32　サ　バ　*Scomber spp.*



サバ型では（Fig. 2.32）及び（Fig. 4.16）のように，飽食時は胃盲嚢が伸長し幽門部は極めて小さい。消化が進むと幽門部はやや膨大するが，マアジ，カタクチイワシに見られるようには増大しない。又空胃に近い状態でも，盲嚢は著しい縮少はない。

2.13　体長と腸及び胃の長さとの関係

イワシ類については，胃の発達がおくれるので，成長に伴う腸の長さの変化も測定した。腸の長さは消化管の分化が見られない時代は，食道につづく不透明な部の先端より肛門部の末端までの長さをとった。

胃の長さは，アジ型の胃では食道につづく膨大部の先端より盲嚢の末端までとし，多くの魚種では，幽門部の分岐部より盲嚢の末端までとした。

Relation of Stomach Length and Body Length

Fig. 2.33　カタクチイワシ　*Engraulis japonica*

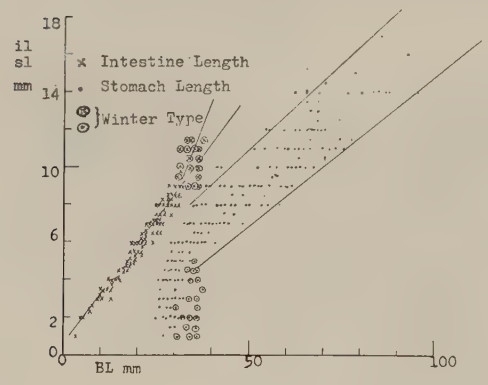


Fig. 2.35　マイワシ　*S.melanosticta*

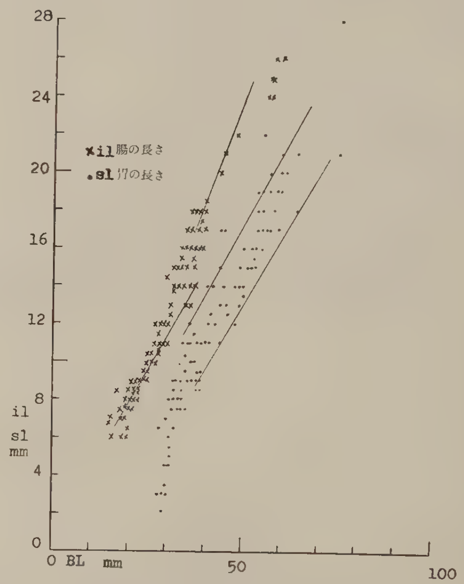


Fig. 2. 34　ウルメイワシ　*Etrumeus micropus*

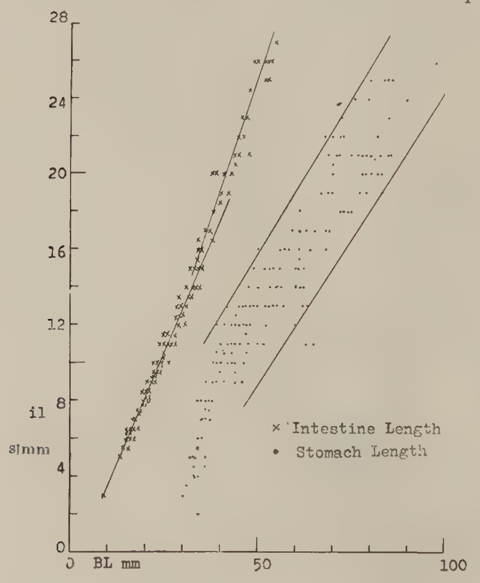
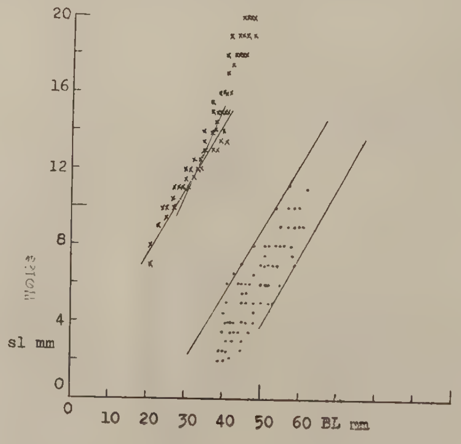


Fig. 2.36　アユ　*P.altivelis*



a，イワシ型

カタクチイワシ……腸の長さ及び胃の長さを体長に対して描いて行くと Fig. 2.33 のようになって，腸の長さは胃が分化しない間は一本の直線となる。しかし，胃の分化が進むと急激に長くなる。その状況は，夏と冬とで異っている。冬では，胃の長さが測定できるのは，体長 30mm〜37mm 以上のものであるが，夏では，体長 25mm の個体でも，胃の長さが測定できるものもあることは，2.11 に記述した通りである。胃の最小形は長さ 1 mm のようである。胃の長さは，夏では体長 33mm 位まで，冬では体長 38mm 位までは，急激に長くなるが，その後は，体の生長に伴う胃の伸長は緩やかになり，図のような 2 本の直線間に散在するようになる。この 2 本の直線は，或る体長の個体について，最大と最小の胃の長さを示すものである。このように，最大値と最小値との間に測定値が散在するのは，胃の長さの個体差を示しており，このような個体差は，摂餌の多少によるもので，最大値は飽食時の長さを示し，最小値は空胃の長さを示すものと考えられる。したがって，この両直線間の巾が，摂餌に伴う胃が伸長し得る長さとなる。この長さは，体長の増加に伴って徐々に大きくなって，体長 40mm のものでは 3.8mm，体長 50mm の個体では 4.0mm，体長 70mm のものでは 4.6mm となっている。

ウルメイワシ（Fig. 2.34）

体長の増加に伴う腸の伸長の割合は，カタクチイワシより大きい。胃の長さが測定し得るようになるのは，体長 30mm 以上の個体であって，体長 35mm 位までは，胃の長さが急に増大する。この期が胃の分化が完了する時期であろう。この時期を過ぎると，胃の伸長はやゝ緩やかにはなるが，カタクチイワシより急傾斜な 2 本の直線内に，散在するような成長をつゞける。このような胃の伸長傾向の変曲点で，腸の長さの増加は逆に急傾斜を辿るようになる。

最大と最小との両直線間の長さは，カタクチイワシよりも大きく，体長 50mm のもので 7.0mm，体長 70mm のもので 7.2mm となるようである。

マイワシ（Fig. 2.35）

腸及び胃の伸長の変曲期は，体長 32mm 位の時にあるらしい。変曲期以後の胃の伸長度は，ウルメイワシよりも更に大きい。しかし，最大と最小との差は，カタクチやウルメよりも小さいようで，体長 40mm のもので 3.8mm，体長 50mm のもので 4.0mm となっているのは，胃内容量の多少によって胃の形があまり変化しないといえよう。

ア　ユ（Fig. 2.36）

腸の伸長の変曲点は，体長 35mm の頃のに認められるようであるが，胃が一応形を整えるのは，体長 40mm 以上になってからと思われる。胃の長さは，全般的に見て，イワシ類よりも短い。

胃の長さと体長の関係

Fig. 2.37　マアジ *T. japonicus*

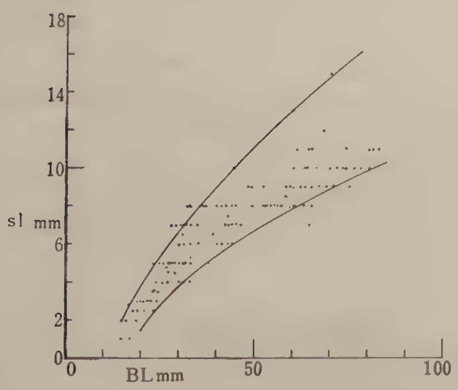
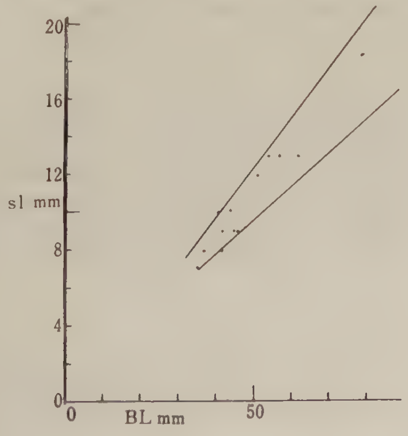


Fig. 2.38　マルアジ D. *maruadsi*



胃の長さと体長の関係

Fig. 2.39 チダイ *Ev.japonica*

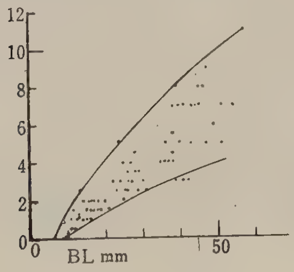


Fig. 2.40 ブリ *S.quinqueradiata*

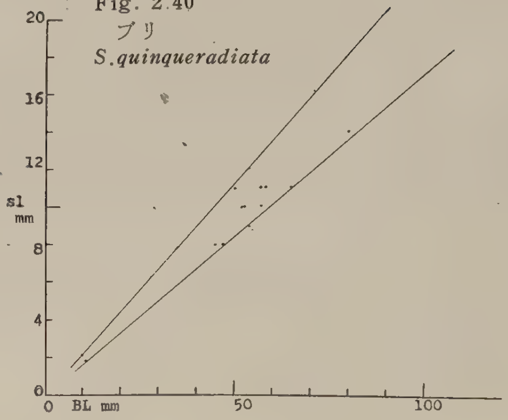


Fig. 2.41 カンパチ *Seriola purpurascens*

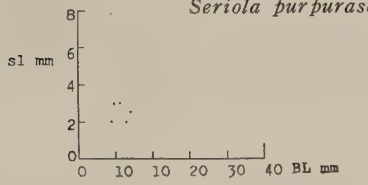
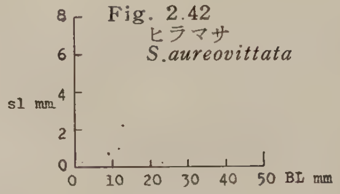


Fig. 2.42 ヒラマサ *S.aureovittata*



b. ア ジ 型

マアジ（Fig. 2.37）

体長 15.0mm 位で胃の形が整い，その後の伸長は，イワシ型と異なり，最大及び最小を示す2本の曲線間に，測定値が分布するようになる。しかも，伸長度はイワシ型のものに比して小さい。又，両曲線間の長さも，体長 40mm のもので 3.6mm，体長 50mm のもので 4.4mm，体長 70mm のもので 6.0mmとなっている。既に 2.12 で記述したように，アジ型の魚種では，胃の形がハート型であって，飽食の状況下でも胃の長さはあまり伸長しないことや，胃の成長は長さよりも巾や厚さにあらわれるのではなかろうか。

マルアジ（Fig. 2.38）

資料が少いので図のようになっているが，実際は，マアジと同様ではなかろうか。

チダイ（Fig. 2.39）

体長 10mm 位の時に胃の形は整い，その後はマアジと同様に最大と最小の2つの曲線で示されるような成長をつづける。しかし，成長度はマアジよりもやや小さい。最大と最小の差は，成長に伴って大きくなる。

ブリ属（Fig. 2.40，Fig. 2.41，Fig. 2.42）

ブリ属の3種，ブリ，カンパチ，ヒラマサの稚魚では，体長が 10mm に達すれば，それぞれ胃の形は整っているようで，この時期では，カンパチの胃の長さが最も大きく，ブリ，ヒラマサの順になっている。その後の成長が，アジ型になるか，又は，異った型を取るかは，資料が少いので考察はできない。しかし，稚魚期では，ブリ属の魚種の胃の長さは，他のアジ型のものより大きいのではないかと考えられる。

c. サ バ 型

ゴマサバ（Fig. 2.43）

体長 18.0mm の個体で，胃の長さは 4.0mm に達している。その後の成長は，急傾斜で増加する最大値線と最小値線とに沿って伸長する。両直線間の差は，成長に伴って増大するのは，ゴマサバの胃は，長さの

胃の長さと体長の関係

Fig. 2.43 ゴマサバ *S.tapeinocephalus*

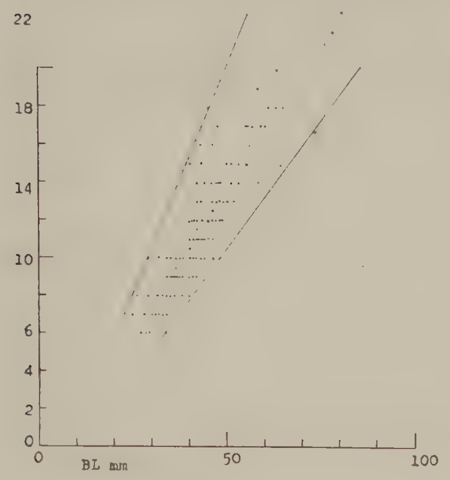
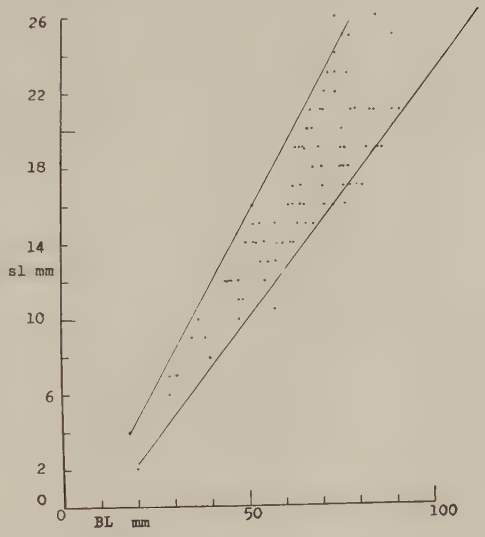


Fig. 2.44 マサバ *S japonicus*



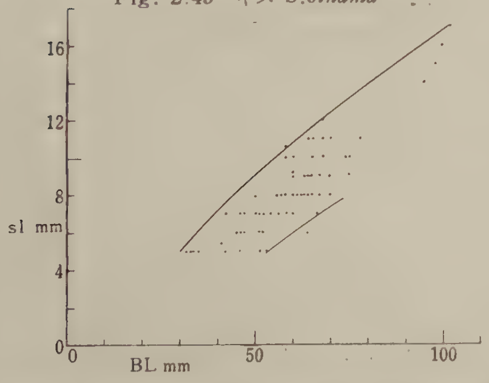
方に伸長する傾向を示すためと思われる。

マサバ（Fig. 2.44）

標本に体長 25.0mm 以下のものがないので，胃が整形されるときの体長は不明である。しかし，体長 25.0mm 以上の体長のものでは，同一体長のもので，ゴマサバよりも胃が長く，成長度も大きく，又，最大と最小との差も大きくなっている。このような見掛け上の差は，採集された標本で，マサバの方に，摂餌量の大きい個体が多く出現したためではなかろうか。

胃の長さと体長の関係

Fig. 2.45 キス *S.sihama*



d. キス型（Fig. 2.45）

胃盲囊部と幽門部とが明確に区分し得るのは，体長 30mm 以上のものである。成長に伴う胃の伸長が，直線型であるか，曲線型であるかを，明らかに判断するためには，資料が少い。しかし，図のように曲線型とした方が，妥当なように思える。体長の増大に伴う胃の伸長度は小さい。

e. カマス型

ヤマトカマス（Fig. 2.46）

体長 37.0mm 以下の標本がないので，これよりも小型の時期に，胃の長さが同様な伸長を辿るか明らかではない。しかし，体長30mm 台の2つの標本よりして，点線で描いたような生長が予想され，体長 45.0mm 頃より，胃の伸長はやや緩かにはなるが，ここに記載した何れの魚種よりも，体長に対応する胃の長さは大きく，伸長度も，又大きい。

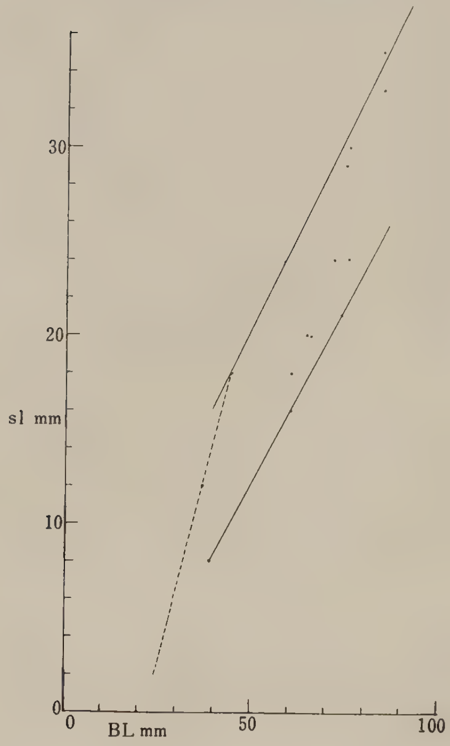
f. 仔　魚

ミシマオコゼ（Fig. 2.47）

体長 6.0mm で既に胃形が整い，長さも大きい。体の成長に伴い，胃の長さは急激に伸長するように思

胃の長さと体長の関係

Fig. 2.46　ヤマトカマス *S.japonica*



われるが，図で示したような直線型となるか，又は，或る体長になると，曲線型に変るかは明らかでない。

ヒメジ（Fig. 2.48）

体長 10mm 内外で，胃は整形するが，その長さは小さく，体の成長に伴う胃の伸長は，直線型で，伸長度はあまり大きくない。

タカノハダイ（Fig. 2.49）

体長 7.0mm で整形された胃の長さは小さい。しかし，仔魚期の胃の伸長度は大きい。その伸長は，直線型としたが，ここまで胃が伸長するとは考え難い。何れかの体長に達して，変曲するものと思われる。

ボラ（Fig. 2.50）

図のような直線型の成長は，幽門部に変形が起るまではつづくものと考える。

テンジクイサキ（Fig. 2.51）

体長 5.0mm のもので，胃の長さは 1.0mm，その後の伸長は，一応直線型に描いてはあるが，成形の胃の形よりして，何れかの体長までに成長した時に，胃の長さの伸長度に変化が起ると思われる。

胃の長さと体長の関係

Fig. 2.47　ミシマオコゼ *U.japonicus*

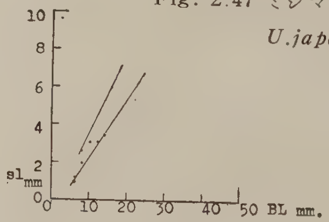


Fig. 2.48　ヒメジ *U.bensasi*

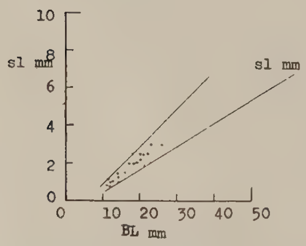


Fig. 2.49　タカノハダイ *G.zonatus*

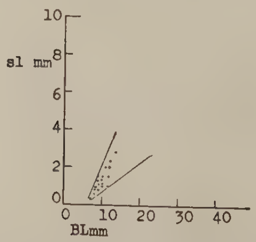


Fig. 2.50　ボラ *M.cephalus*

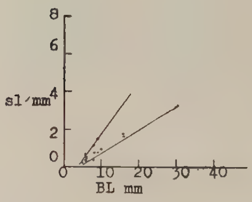
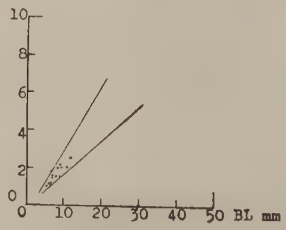


Fig. 2.51　テンジクイサキ *K.cinerascens*



2.2° 肥満度 (f) Fatness

2.21 甲殻類 (Crustacea)

餌生物として普通出現する甲殻類の数型について，体容積と体長の関係より，肥満度を推定した。体容積の測定は，各類型のものについて，体長のほぼ等しい個体を撰別して，濾紙で体に附着する水分を除き，一定目盛まで水を盛ったミクロ，ビューレット内に投入し，投入個体数と液面の上昇した目盛とを読み取った。体長として測定した部位は，Euphausia，Mysis,Lucifer，Macrura 型では，眼の先端より telson の末端まで，Copepoda や Amphipoda に属するものは，頭部の先端より臀節の末端までとした 。

Table 2.1 Body Length and Volume

Type	B.L.	Nos.	Volume	Mean volume	Measurement portions
	mm		cc	cc	
Euphausia tpye	11.0〜11.1	11	0.10	0.0091	Eye to Telson
〃	9.0〜9 5	17	0.10	0.0060	
〃	7.5〜8.0	30	0.10	0.0033	$f=7.08\pm0.47$
Lucifer type	12.0	50	0.10	0.0020	$f=1.15$
Mysis type	8.0	18	0.10	0.0055	$f=10.08\pm1.07$
〃	9.0	15	0.10	0.0067	
〃	10.0	11	0.10	0.0091	
〃	13.0	4	0.10	0.0250	
Macrura type	17.0			0.0600	$f=15.00$
〃	28.0			0.3300	
〃	11.0	3	0.06	0.0200	
Rabidocera type	5.5×1.5	6	0.04	0.0067	Whole Body Length
〃	4.0×1.0	30	0.06	0.0020	$f=36.13\pm3.46$
〃	3.0×0.9	90	0.09	0.0010	
Candasia type	3.5×0.8	17	0.02	0.0012	$f=28.0$
Calanus type	3.5×0.8	70	0.10	0.0014	$f=31.2$
Ampelisca type	4.0×1.4	18	0.06	0.0033	$f=51.60$
〃	22 ×0.7	50	0.03	0.0006	$f=56.50$
Calanus type	26 ×0.72	100	0.05	0.0005	$f=28.6$
〃	1.0×0.30			0.0003	$f=30.0$

f……Fatness rate

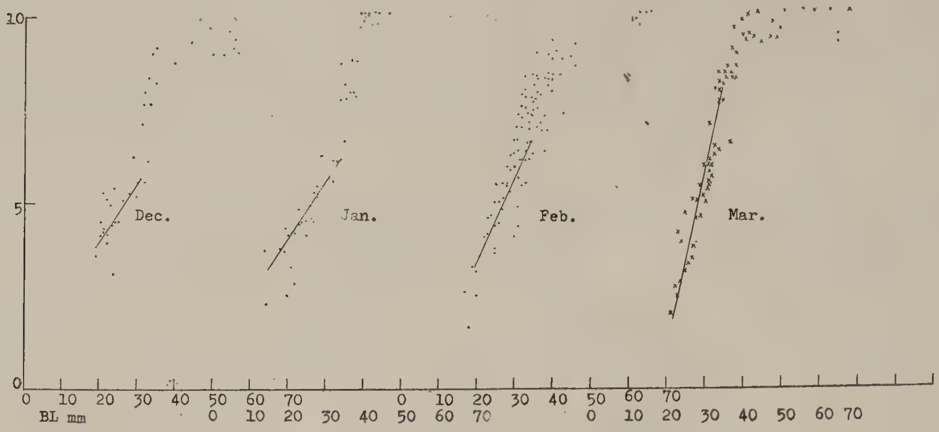
このようにして求められた平均体容積は，表 2.1 のようになる。その体容積がほぼ体重に等しいものとして，計算した肥満度は，Lucifer が最小で 1.15，Euphausia 型では 7.08，Mysis 型では 10.08，Macrura 型では，種類によって異るようであるが，平均して 15.00，Copepoda でも種類によって肥満度に差異があって，28〜36.13 となり，相当大きな値を持っている。Amphipoda 中の 1 属である Ampelisca 型のものは，肥満度が極めて大きい。

2.22 硬骨魚 (Toleostei)

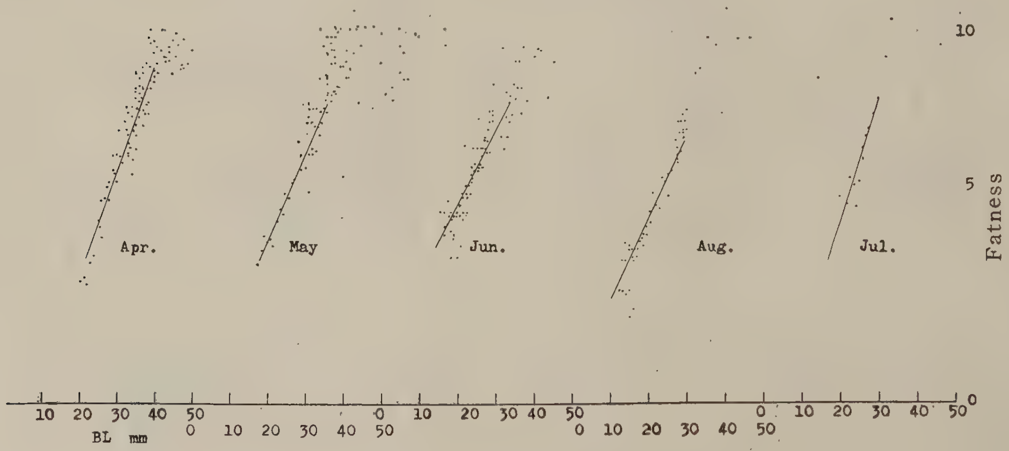
この研究で取った魚種は，全部が硬骨魚であるが，今後の記述は，単に魚類と表現することにする。採集標本には仔魚より稚魚若魚と，成長の初期のものが含まれていて，しかも，仔魚，稚魚では，体重の測定の正確さを期することは困難な場合が多い。表 2.2 には，採集具別，及び体長区劃別に，各魚種の肥満度の平均値と標準偏差とを掲げた。稚魚網の採集物で，肥満度の特に大きいものは，ミシマオコゼ，バショウカジキの稚魚のように，体が肥厚しているものや，カワハギの稚魚のように，体高が著しく大きい魚種である。一般に，体高の大きい魚種は，肥満度も大きく，体高の小さいものは肥満度も亦小さく，エソ類，トウザヨリ，イワシ類の稚魚は，肥満度が小さい。

舟曳網，小台網で漁獲された標本では，無足類の Leptocephaulus やタチウオの稚魚のように，体が扁平で延長しているものでは，肥満度が著しく小さく，前者で 0.83 ± 0.13，後者で0.45± 0.03 である。サバ類の肥満度が比較的小さいのは理解できない点がある。サバ類は，多くの場合，胃の内容物重量が大きく，胃の内容物重量の大きい個体ほど，体全重量より胃の内容物重量を差し引いた値はより小さくなる。

Fig. 2.5.2 Relation of Fatness and Body Length (R.of F & BL.)
カタクチイワシ *Engraulis japonica*



R.of F & BL. カタクチイワシ *Engraulis japonica*



R.of F & BL. カタクチイワシ *Engraulis japonica*

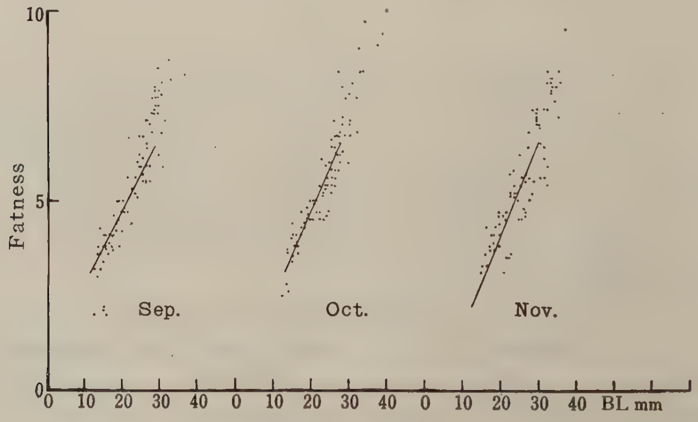


Table 2.2 Fatness rate $\left(\frac{BW}{BL^3}\times 1000 = f\right)$

Species	Net collection	Boat seine	Set net
T.japonicus マアジ	18.4±1.10	16.0±1.48	
S.quinqueradiata ブリ	32.4±1.77		
S.purpurascens カンパチ	27.1±3.82		
S.aureovittata ヒラマサ	22.7±1.98		
E.bipinnulata ツムブリ	10.3		
L.nuchalis ヒイラギ	37.9±1.20	32.1±1.20	
L.rivulatus オキヒイラギ		21.2	
M.strigatus カゴカキダイ	18.4±1.10		
G.zonatus タカノハダイ	20.2+2.05		
K.cinerascens テンジクイサキ	31 5±3.53		
G.punctata メジナ	15.4±0.85		
Pomadasyidae イサキ科	19.8±1.87		
Chaetodontidae チョウチョウウオ	34.7±2.23		
A.vaigiensis オヤビッチャ	35.0±2.50		
U.japonicus ミシマオコゼ	58.1±1.24		
S.cirrhifer カワハギ	48.7+7.19		
R.ercodes アミメハギ	50.7+5.44		
A.tridens イザリウオ	31.9±2.28		
U.bensasi ヒメジ	9.63+1.64		
M.cephalus ボラ	17.7+3.39	14.7±2.16	
E.spp. トビウオ	10.5±1.40		
C.japonicus ハマトビウオ	17.7±2.08		
C.hirudo ツバメトビウオ	14.0±0.44		
Lepidotrigla カナガシラ類	23.2±1.30		
S.boops ムツ	14.8	19.8±0.92	
Synodontidae エソ類	25.0±0.02		
Blenniidae ギンポ型	10.4±1.27		
M.scolopax サギフエ	B.L4~8mm 22.4±5.19	B.L10~15mm 10.7±1.24	B.L16~21mm 7.74±0.46
C.saira サンマ	2.68±0.44		
C.hippurus シイラ	8.24±1.11		
E.longirostris トオザヨリ	2.98		
H.orientalis バショウカジキ	48.9		
S.japonicus マサバ		9.93±1.03	
S.tapeinocephalus ゴマサバ		10.2+0.78	
S.melanosticta マイワシ		40<B.L 10.66±0.74	B.L<30mm 5.10±1.71
E.japonica カタクチ		10.22±1.14	5.05±2.00
E.micropus ウルメ		10.36±1.01	3.8 ±1.54
L.petersi シロウオ		5.56±0.39	
C.gulosus ドロメ		B.L21~25 10.3 ±0.66	
S.genionema サビハゼ		B.L10~22 8.81±0.90	
E.japonica チダイ		24.4 ±2.43	
M.macrocephalus クロダイ		14.8 ±0.20	
H.zunasi サッパ		16.7	
A.semilineatus ネンブツダイ		25.8 ±0.91	
P.beryciformes キンメモドキ		8.80	
P.boops チカメキントキ		35.5 ±2.90	
A.japonicus オオニベ		11.7	
S.sihama キス		11.9 ±2.04	
S.fuscescens アイゴ		22.4 ±1.70	
S.undosquamis マエソ		B.L36~44mm 4.00±0.40	B.L80~92mm 8.62±0.46
T.myops オキエソ		B.L39~40 4.40±0.19	B.L55~81.0 13.3±0.93
A.lineatus テンジクダイ		34.9±3.03	
S.japonica ヤマトカマス		B.L52~143.0 6.89±0.29	
T.lepturus タチウオ		0.45±0.03	
Leptocephalus レプトセハールス(無足類)		0.83±0.13	
P.altivelis アユ		B.L<40 5.61±1.75	B.L40~50 8.00±1.50

今胃の内容物の小さい個体について，この個体が或る時に飽食し，それらの餌料が，消化吸収され，又は腸に移行したとしても，体外には全く排泄されていない状態で，標本として採集されたとすれば，かっての胃の内容物重量とほぼ等しい量が，体の何れかの部分に保存されていると考えてよい。従ってこのような個体では肥満度が大きくなるであろう。マアジでもそのような場合が多い。以上のように肥満度の算定にあたって，胃の内容物重量を差し引いた体重を使用することには，多くの疑問もあるが，一般に考えられている方法に従った。

表 2.2 を見て直観的に，生長に伴って肥満度が変化すると思われる魚種に，サギフエ，イワシ類，エソ類，アユ等がある。次にその状況を検討してみよう。

カタクチイワシ，この種の成長過程で，体長と体重との関係に，変化点があり，しかも，その変化点が季節的に相違することは，既に横田，三田（1958）が指摘しているが，ここで再吟味しよう。Fig. 2.52 は，月別に体長に対応する肥満度を描いたもので，12月では体長 31mm の頃より急に肥満度が増大し，体長 34～35.0mm 以上では，ほぼ一定の値に安定してくる。1月では，体長 34.0mm の頃より肥満度が急増して，体長 39～40mm に達すると安定した値を持つようになる。2月では，1月とほぼ同じような傾向を示す。3月では，前3ケ月のような不連続点はなく，体長 40mm まで，直線的に増加して，その後に安定した値を取るようになる。4月では，3月と同じような経過を取っている。しかし，5月になると又，不連続点が現われ，体長 36mm，肥満度 7.0 の点が，不連続点に当るようである。このような不連続点は，6月では，体長 34.0mm 肥満度 7.0，7月では体長 31.0mm，肥満度7.0，8月では，体長 30.0mm 肥満度 6.0，9月，10月では，体長 28.0mm 肥満度は 6.5 となるり，11月では，体長 30mm 肥満度は 7.0 となる。このように，成長に伴う肥満度の増大の不連続点は，夏，秋では小さく，冬及び春では大きくなる。この不連続点は，カタクチが稚魚型を脱却して，成魚型に変態するときに現われるもので，体形体色の変化は勿論，消化管の分化も急速に進む時期と考えられる。（2.11 カタクチイワシの項を参照のこと）

マサバ（Fig. 2.54）

標本として採集された最小のものの体長は 26.0mm であって，図に見られるように，この時代より以降には，肥満度に大きな変動は見られない。従って，肥満度が安定する時期，いいかえると，稚魚型より成魚型に変態する時代は，更に体長の小さい時期であろう。

チダイ，（Fig. 2.53 及び Fig. 2.55）

Fig. 2.54 のようになって，体長 11mm 以上では，肥満度には，大きな変化はないように思えるが，成

Fig. 2.53 チダイ
Evynnis japonica

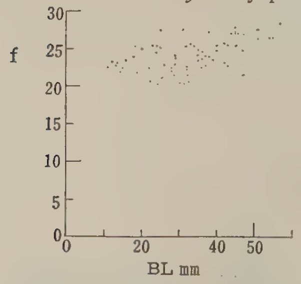
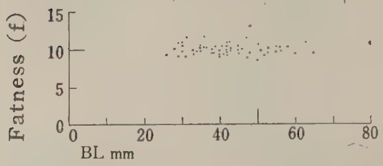
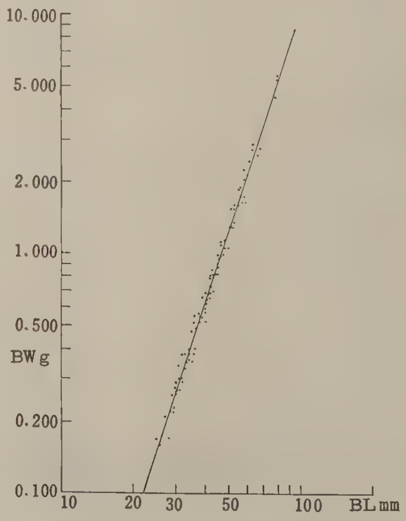


Fig. 2.54 R.of F & BL.
マサバ *Scomber japonicus*



Relation of Body Length and Body Weight (BL.& BW)
マサバ *Scomber japonicus*



R.of.F & BL.

Fig. 2.55 チダイ *Ev.japonica*　　Fig. 2.57 マアジ *T.japonicus*

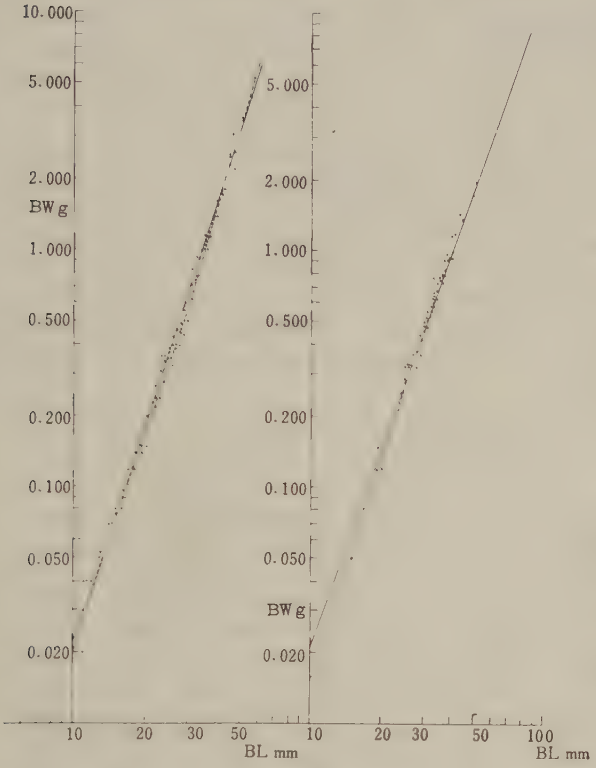
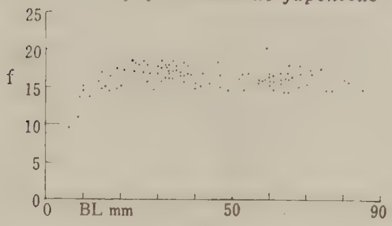


Fig. 2.56. F. & BL.
マアジ *Trachurus japonicus*



長に伴い，わづかながら肥満度が増加しているのではないかと思われる。これをFig. 2 55の体長と体重の関係より検討すると，点線で示されるように，体長 31mm 附近で曲折する2本の直線に区分できるのではないかと思える。

マアジ（Fig. 2.56, Fig. 2.57）

体長 15.0mm までは，肥満度は急傾斜に増加し，それより大きいものでは，安定した値を取っている。しかし，体長25〜38.0mmの間では，肥満度が著しく大きくなっている。これは，胃内容物重量が小さくて測定が困難なために，控除されているためであろう。Fig. 2.57 の体長と体重との関係を見ても，体長 25mm 以下では，点線のようになるのが，正確なように思える。

アユ，(Fig. 2.58, Fig. 2.59)

体長 21.0mm より 54.0mm までは，肥満度は直線的に増加して，安定するように思える。この時期が

Fig. 2.58 F. & BL.
アユ *P.altivelis*

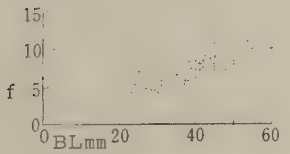


Fig. 2.60 F. & BL.
ウルメイワシ
E.micropus

Fig. 2.59 BL.& BW.
アユ
P.altivelis

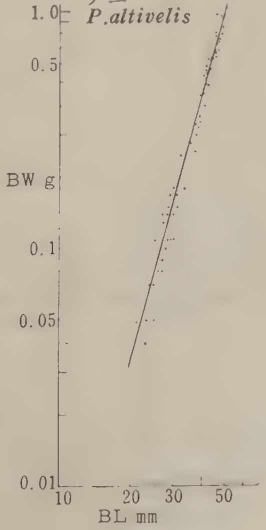
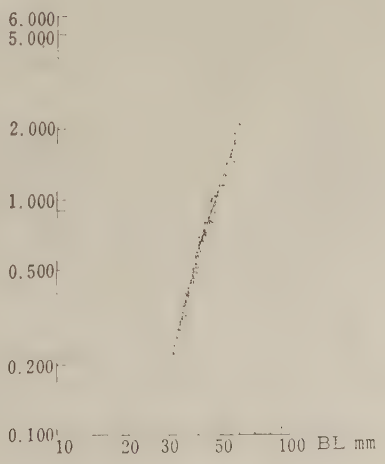
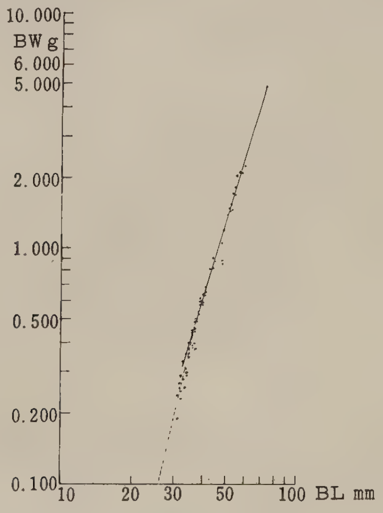


Fig. 2.61 BL.& BW.
ウルメイワシ *E.micropus*

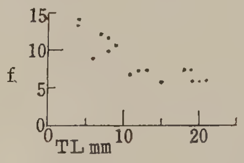


胃の分化が完了する時期の全長 60.0mm と一致する。Fig. 2.59 の体長と体重との関係も，一つの直線と考えてよかろう。

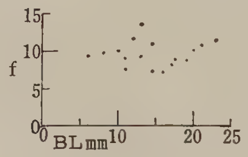
Fig. 2.63 BL. & BW. マイワシ *S.melanosticta*



F. & BL.
Fig. 2 .64 サギフエ *M.scolopax*



f.& BL.
Fig. 2.65 ヒメジ *U.bensasi*



F. & BL.
Fig. 2.66 キス *Sillago sihama*

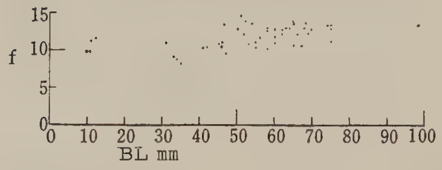
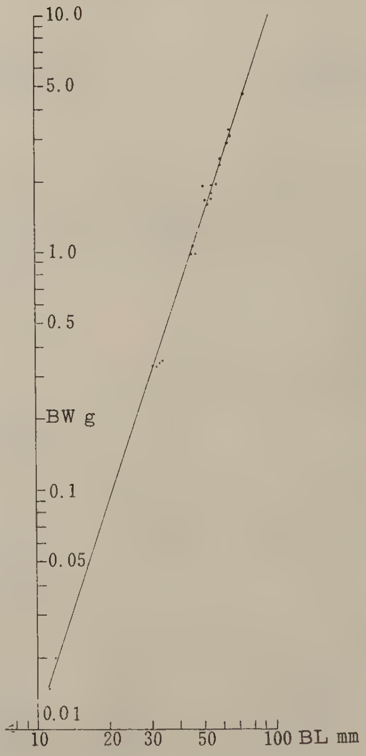


Fig. 2.67 BL. & BW.
キス *S.sihama*



ウルメイワシ （Fig. 2.60, Fig. 2.61）

Fig. 2.60 のように，体長 38〜40mm までは，肥満度は，体長の成長に伴い連続的な曲線に沿って増大し，その後変動の少い一定値を保つようになる。 Fig. 2.61 の体長と体重との関係図では，曲折点は体長 40mm 附近に見られる。

マイワシ （Fig. 2.63）

資料が少いので，成長に伴う肥満度の変化は，充分検討はできなかった。しかし，体長の対数に対して，体重の対数を描いた Fig. 2.63 を見ると，体長 32mm 又は， 体長 34mm の点で曲折した2直線になっているようであるから，この点を境として，肥満度が変化すると考えてよかろう。

サギフエ （Fig. 2.64）

稚魚期で，成長に伴って，肥満度が減少することが，明らかに認められた唯一の例である。体長 8.0mm より 13.0mm までの間で，肥満度は，直線的に減少し，その後は安定するように思える。このような肥満度の減少は，サギフエの体各部の

成長で，吻長の成長が卓越する時期に相当するのではないかと考える。

ヒメジ （Fig．2.65）

体長 12mm のヒメジでは，図のように肥満度は 10．を中心として，大きく変動していて，体長の増加による，肥満度の規則的な変化は認められない。不規則的な変動は，体長，体重の個体差や測定誤差によるものであろう。

キス （Fig．2.66，Fig．2.67）

Fig．2.66 のように，体長 10.0mm～45.0mm では変動の少い10.0の水準で，肥満度は安定し，46.0mm の附近で，急激に水準が上昇して，肥満度 12.5 の水準で安定した形になっているように思える。しかし，Fig．2.67 では，資料が少いためか，体長と体重の回帰直線には，曲折点は認め難い。しかし，全長 55.0 mm（体長 48.0mm）では著しい胃の分化が認められている。（Fig．2.21参照）

以上のように，魚類は体長の成長に伴い，肥満度に変曲点があることを，例示する資料が得られた，変曲点が認め難い魚種は，極めて早期に，変曲点があるものと考えてよかろう。このような変曲点は，稚魚としての体型が，成魚型に変化する時期と対応し，しかも，消化管の分化，特に胃の整形が完了する時期ともよく一致する。

しかも，肥満度によって表現される。甲殻類，及び魚類の各種の諸形態は，後に説明するように，仔稚魚

Table 2.3 Body Length and Body Weight of Prey Fishes

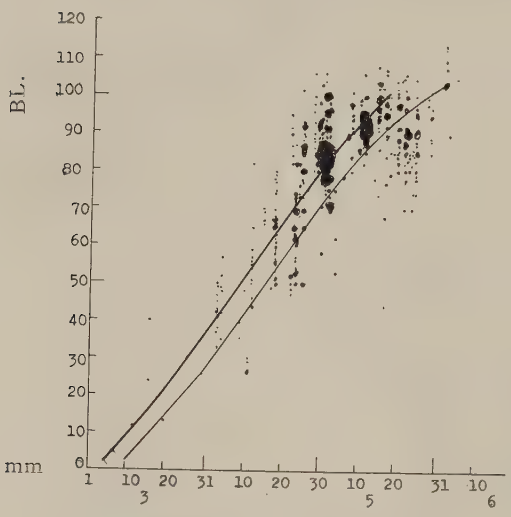
F.L mm.	Body Weight (g)										
	サビハゼ	カタクチ	ウルメ	マイワシ	マアジ	マサバ	ゴマサバ	キ ス	ヒメジ	タカノハダイ	ア ユ
3.0	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0003	0.0010					
4.0	0.0005	0.0002	0.0002	0.0002	0.0009	0.0020					
5.0	0.0012	0.0003	0.0003	0.0003	0.0018	0.0036					
6.0	0.0022	0.0005	0.0005	0.0005	0.0030	0.0055			0.0020	0.0050	
7.0	0.0035	0.0008	0.0008	0.0008	0.0048	0.0080				0.0080	
8.0	0.0054	0.0013	0.0013	0.0013	0.0073	0.0110			0.0050	0.0100	
9.0	0.0074	0.0020	0.0019	0.0020	0.0100	0.0150				0.0125	
10.0	0.0100	0.0028	0.0026	0.0028	0.0140	0.0190	0.0120	0.0100	0.0100	0.0200	
11.0	0.0130	0.0038	0.0035		0.0190	0.0240	0.0160		0.0100		
12.0	0.0160	0.0050	0.0048		0.0233	0.0290	0.0200			0.0350	
13.0	0.0210	0.0070	0.0062		0.0300	0.0360	0.0260		0.0200		
14.0	0.0260	0.0100	0.0080		0.0400	0.0420	0.0320		0.0200		
15.0	0.0350	0.0120	0.0100		0.0500	0.0500	0.0400				
16.0	0.0440	0.0150	0.0130		0.0600	0.0600	0.0480				
17.0	0.0540	0.0190	0.0150		0.0700	0.0680	0.0590		0.0300		
18.0	0.0600	0.0240	0.0190		0.0840	0.0770	0.0700		0.0400		
19.0	0.0700	0.0280	0.0230	0.0230	0.1000	0.0890	0.0800				
20.0	0.0820	0.0340	0.0300		0.1240	0.1000	0.0900				
21.0	0.0980	0.0400	0.0370		0.1480	0.1150	0.1000		0.0800		
22.0	0.1130	0.0500	0.0470		0.1720	0.1300	0.1250				
23.0	0.1300	0.0580	0.0560		0.1900	0.1440	0.1360				
24.0	0.1470	0.0660	0.0650		0.2200	0.1600	0.1550		0.1400		
25.0	0.1600	0.0780	0.0800		0.2500	0.1750	0.1650				0.0500
26.0	0.1800	0.0900	0.1000		0.2850	0.1920	0.1820				0.0650
27.0	0.2050	0.1000	0.1200		0.3200	0.2070	0.2000				0.0800
28.0		0.1200	0.1450	0.1500	0.3800	0.2200	0.2200				0.1000
29.0		0.1450	0.1750		0.4200	0.2500	0.2400				0.1100
30.0		0.1800	0.2000	0.2100	0.4600	0.2800	0.2600	0.3000			0.1300
31.0		0.2100	0.2300	0.2400	0.5100	0.3000	0.2900	0.3300			0.1500
	S.genionema	*E.japonica*	*E.micropus*	*S.melanosticta*	*T japonicus*	*S.japonicus*	*S.tapeinocephalus*	*S.sihama*	*U.bensasi*	*G.zonatus*	*P.altivelis*

期，及び若魚期の食性と密接なる関連がある。

2.3° 稚魚，若魚（幼魚）の日成長の推定

舟曳網，及び，小台網の漁獲物より，日々に採集した標本によって，日々の体長分布を描き，そのモードを追及して，数種の稚魚，幼魚期の日成長の状況を推定し得た。その内，ゴマサバとマアジについては，既に横田，三田（1958）等によって，部分的な考察は発表されているが，この記述に，多少誤りがあることを発見したので，その訂正をもかねて，再記述する部分もある。

Fig. 2.68 Daily Growth Rate in length(DGR.L.)
ゴマサバ *Scomber tapeinocephalus*



2.31 体長の日成長

ゴマサバ（Fig. 2.68）

日向灘でゴマサバが産卵することが，明らかになったのは，昭和32年4月に，北日向灘で採集された稚魚のなかに，ゴマサバの稚魚があったことが，九州大学内田研究室で確認され，同研究室の道津喜衛氏より，ゴマサバ，及び，マサバの稚魚の標本の寄贈を受けて，両種識別が可能になった。従来は，これら両種の稚魚は，不明魚種として整理されていたと思われる。昭和33年では，3月上旬に種子島東岸で，ゴマサバの稚魚が97尾採集され，3月下旬には，中部日向灘で7尾採集された。昭和32年4月に採集されたゴマサバの稚魚の数は41尾であった。

以上のように，日向灘，及び，その近接海域では，ゴマサバの産卵は，2月末から3月初め頃に南部に始まり，次第に北部に及ぶようになると考えられる。

他方，舟曳網でゴマサバの稚魚が，混獲されるようになるのは，3月上旬頃からであって，昭和32年では，3月中旬に体長 20～40mm のものが漁獲され，その後日々の漁獲物の体長は大きくなり，4，5月では，小台網でも漁獲されるようになる。このような漁獲物の体長の移行状況を，描くと，Fig. 2.68 のようになる。この図に見られる日々の体長分布の Peak を連ねて行くと，1本の S 字型の曲線が得られる。この曲線でゴマサバの日成長度を考察しょう。

この S 字型曲線の変曲点を図上で求むると，ほぼ体長 54mm の点になる。従って

$$\frac{d^2\ell}{dt^2}=k\ (a-2\ \ell)\ =k\ (a-2\times 54)\ =0$$

とすれば　$L_\infty = a = 2\times 54 = 108\text{mm}$

次に，ゴマサバの孵化当時の体長（全長）を 2.5mm と仮定し，この S 字型曲線が 2.5mm の体長と交わる点は，凡そ3月5日となる，この3月5日を起点として10日毎の体長を求むると，表 2.4 に示すような数値が得られる。

次に S 字型成長曲線の model として

$$\ell_i = \frac{L_\infty}{1+be^{-kti}} \qquad \text{とすれば}$$

$$\mathrm{In}\left(\frac{L_\infty-\ell_i}{\ell_i}\right) = \mathrm{In}\,b - kti \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

In …………自然対数

(1) に表 2.4 の数値を代入して，式 (1) の直線式が満足させられる範囲を求むると，その上限は，ほぼ 90 mmとなる。又，式中の恒数は，それぞれ次のようになる。

Table 2.4　Daily Growth Rate

	Jack mackerel ゴマサバ		Horse mackerel マ ア ジ		Round herring ウルメイワシ		Sardine マイワシ		*S.sihama* キ ス		*E.japonica* チ ダ イ	
	B.L mm	B.W	B.L	B.W	B.L	B.W	B.L	B.W	B.L	B.W	B.L	B.W
1	14	0.32	12	0.034	12	0.0048	10	0.003	12	0.018	6	0.008
2	26	0.17	23	0.200	22	0.0380	19	0.023	22	0.120	12	0.038
3	40	0.64	35	0.700	33	0.3000	28	0.150	32	0.360	19	0.150
4	54	1.57	43	1.240	44	0.9000	37	0.450	41	0.700	25	0.370
5	67	3.00	50	1.900	55	1.6000	46	1.000	49	1.200	30	0.700
6	80	5.12	57	2.720	66	2.6000	55	1.690	55	1.800	34	1.000
7	90	7.29	63	3.600	76	4.0000	65	2.700	61	2.400	38	1.400
8			70	4.700	86	6.0000	76	4.200			41.5	1.950
9					94	8.4000	85	6 200				
Growth Formula	$\frac{108}{1+8.91e^{-0.5492t}}$		$\frac{80}{1+11.9e^{.5276t}}$		$\frac{140}{1+6.6e^{0.3419t}}$		$\frac{150}{1+20.31e^{-0.3722t}}$		$\frac{200}{1+21.6e^{-0.3216t}}$		$\frac{70}{1+13.1e^{0.3608t}}$	

unit, 10 daies

Mean Daily Growth Rate in Weight(P) $P=(Wi+1-Wi)/10 \Big/ \frac{Wi+Wi+1}{2}$

ti〜ti+1	Jack mackerel ゴ マ サ バ	Horse mackerel マ ア ジ	Round herring ウルメイワシ	Sardine マ イ ワ シ	*S.sihama* キ ス	*E japonica* チ ダ イ
1〜2	13.7	14.2	15.5	15.4	14.8	13.0
2〜3	11.6	11.1	22.0	14.7	10.0	11.9
3〜4	8.4	5.6	10.0	10.0	6.6	8.5
4〜5	6.3	3.6	5.6	7.6	5.3	6.2
5〜6	5.2	3.5	4.8	5.1	4.0	3.5
6〜7	3.5	2.8	4.2	4.6	2.9	3.3
7〜8		2.7	4.0	4.3		3.3
8〜9			3.3	3.9		

b＝8.91.　k＝0.5492，従って生長方程式は，

$$\ell=\frac{108.0\text{mm}}{1+8.91e^{-0.5492t}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

ただし，t は10日を単位とする。

このように，ゴマサバの稚魚期，及び，幼魚期は，成長方程式(2)に表現されるような，日成長を辿って，体長 90mm に達し，その後，成魚としての成長様式を取るものと考えられ，この転換期に，鱗に第 1 輪が形成されるものと考える。成魚型の成長方程式は，横田，三田によって次のように推定されている。

$\ell=50\text{cm}\ (1-e^{-0.20t})$　但し t は鱗紋の輪番号。

マアジ，(Fig. 2.69)

ゴマサバの場合と同様に，日日の漁獲物の体長分布を描くと，Fig. 2.69 のようになり，その Peak を追求すると，ほぼ平行している滑かな 2 つの曲線が得られる。この曲線が体長 2.5mm を示す 3 月15.16日を，仔魚の成長の起点として，10日目毎の体長を求むれば，表 2.4 のようになる。マアジでは，成長曲線の変曲点が明瞭でない。

幼稚魚期の成長方程式として

$$\ell=\frac{80.0\text{mm}}{1+11.9e^{-0.5276t}}$$

とすれば，この式が満足させられるのは，体長 57mm 附近までであって，それ以後の成長様式は異なるようである。又，マアジのように，産卵期が長い魚種では，幼稚魚期の成長様式は，時期的に多少異なるのではなかろうか。三田によると，マアジの鱗に，第 1 輪が形成されるのは，体長 35mm 乃至 96mm，平均

Fig. 2.69　DGR.L.　　マアジ　*Trachurus japonicus*

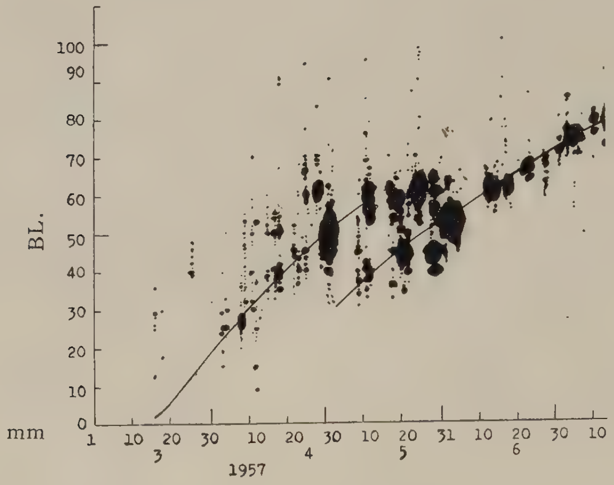
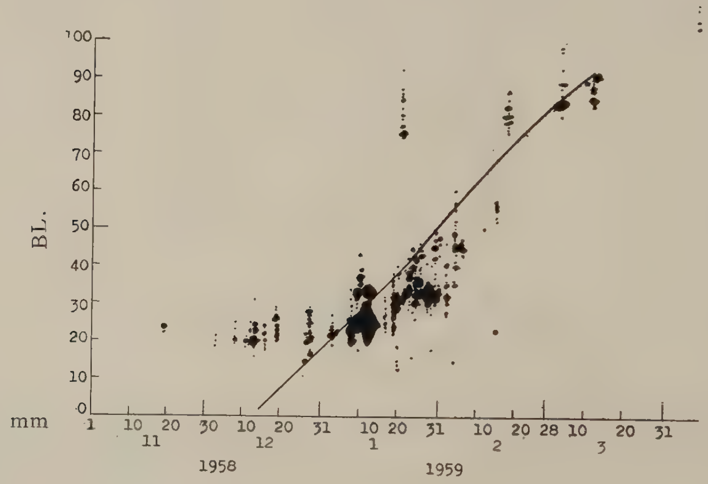


Fig. 2.70　DGR.L.　　ウルメイワシ　*Etrumeus micropus*



55mm となって，変化の巾が広い。

ウルメイワシ（Fig. 2.70）

体長 50mm 乃至 71mm 間の資料が乏しいので，日成長を追及することは，やや困難であるが，体長70mm に変曲点を持つ S 字型が考えられ，産卵の盛期11月下旬，12月上旬を出発点とすれば，表 2.4 のような10日目毎の体長が得られ，成長方程式を求むれば次のようになる。

$$\ell=\frac{140.0\text{mm}}{1+6.6e^{-0.3419t}}$$

マイワシ（Fig. 2.71）

昭和33年12月中，下旬の産卵量は，近年には稀しい程多量であった。それに由来すると思われる稚魚が，昭和34年1月上旬より漁獲され始めた。この群を追って日成長を描くと，Fig. 2.71 のように，変曲点が75mm にあるとすれば比較的に妥当と思われる S 字曲線が得られる。この曲線に沿って，10日毎の体長を取り出すと，表 2.4 のような数値が得られ，次のような成長方程式が得られる。

Fig. 2.71 DGR.L. マイワシ *Sardinops melanosticta*

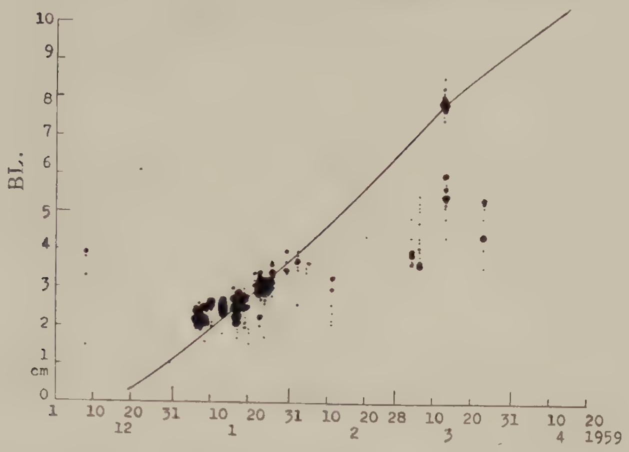
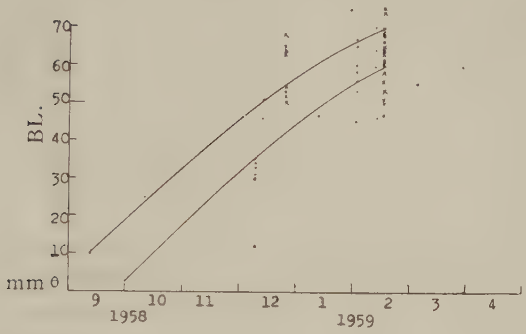


Fig. 2.73 DGR.L. キ ス *sillago sihama*



$$\ell = \frac{150.0\text{mm}}{1+20.31e^{-0.3722t}}$$

キス (Fig. 2.73)

昭和33年9月16日に，体長 10.0mm の稚魚が，舟曳網で漁獲され，10月10日に体長 25mm のものが漁獲された。12月になって，体長 12mm の小形のものと体長 30mm 以上のものとが得られた。昭和34年2月になって，体長 50mm 以上のものが多く漁獲された。これらの体長分布より，成長曲線を推定したのが Fig. 2.72 であり，表2.4の数値である。成長方程式としては，次のようになるだろうと考えられる。

$$\ell = \frac{200.0\text{mm}}{1+21.6e^{0.3216t}}$$

チダイ (Fig. 2.72)

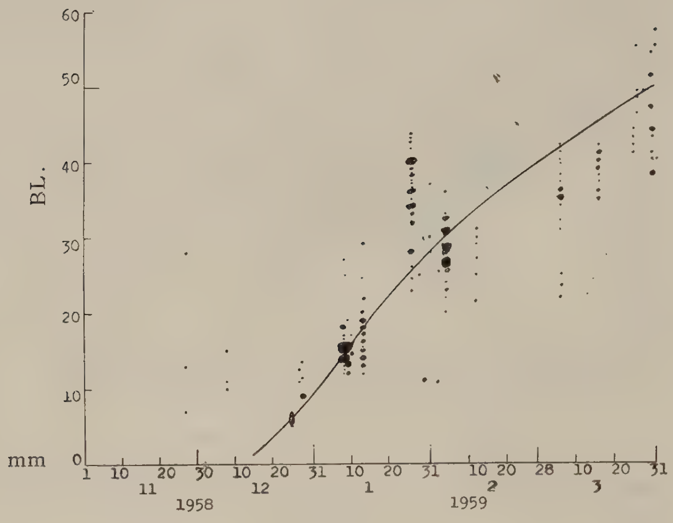
チダイの卵と確認されたものは，今日までの産卵調査では採集されていない。しかし，昭和33年11月頃より，中部日向灘で，熟卵を持った，3才乃至5才と推定されるチダイが，巾着網で多量漁獲された。このような例は，量には多少の相違はあっても，毎年見られる現象である。これは，チダイが産卵のために，沿岸に集団洄游したものを漁獲したのであろうと考える。しかし，同一海域を操業した底曳網では，ほとんど漁獲されていないのを見ると，この時期にはチダイは底層をはなれて，中層を游泳しているのであろう。

幼稚魚が獲れ始めるのは，11月下旬頃からである。昭和33年12月以降，昭和34年3月まで間の，チダイの幼稚魚の混獲状況は，例年に比して多かった。

日日の体長組成より，Fig. 2.72 のような成長曲線を想定し，昭和33年12月15日を起点として，10日毎の体長を取り出すと，表2.4のようになる。この数値で満足させられる成長方程式は次のようになる。

Fig. 2.72　DGR.L.

チ　ダ　イ　*Evynnis japonica*



$$\ell = \frac{70.0\text{mm}}{1+13.1e^{-0.3608t}}$$

この式が適用されるのは，体長 41.5mm までであって，その後の成長様式は変化するようである。

以上のように，ゴマサバでは，幼稚魚の成長が極めて旺盛である。ウルメイワシ，マイワシも，幼稚魚の成長は早い方であろう。マアジ，キスでも，成長度は成魚にして甚だしく大きい。チダイは前記の魚種に比して，幼稚魚の成長度は，極めて小さく推定されている。しかし，9月に底曳網で漁獲される当才チダイの体長頻度分布のモードは，100mm である。従って，3月以降9月までの，約180日間の成長は約 58mm となり，一日平均 0.33 に比較すれば，幼稚期の成長度は大きいといえる。

幼稚魚期の成長は，多くの魚種で，Bertalanffy の理論が適応されないとして放置されているが，幼稚期の成長の問題は，魚類の早期の減耗と関連して，資源の研究には重大な課題であると考える。

2.32　体重の日成長と日増重率

体重の日成長を知り，それによって，日増重率を推定し得れば，餌料の転換効率の判定に有力な情報を与えることになる。

2.31 のようにして，体長の日成長が推定されると，それぞれの体長に対応する体長が得られ，表 2.4 に示したようになる。これらを図示すれば，Fig. 2.74 のようになって，体長の成長よりも更に急傾斜で増大する。その傾向は，ゴマサバが最大で，ウルメイワシ，マイワシ，マアジ，キスの順になり，チダイでは緩傾斜になっている。又，ゴマサバ，ウルメイワシ，マイワシでは初期の増重は，後期に比して，著しく緩傾斜であるが，マアジ，チダイ等では，初期と後期とでは著しい傾斜の変化が認められない。この両魚種群間の相違は，前者が，顕著な S 字型成長曲線を描いて，体長の日成長を辿ることによるもので，特にウルメイワシやマイワシでは，体長 40.0mm まで，或は 32.0mm までは，肥満度が小さいことをも反映しているものと考える。

平均日増重率

BWi，i=1,2,……… ,9 ………… 各10日目毎の体重，

$(BWi+1-BWi)$，$\frac{1}{10}=Fi$……各10日間の平均日増重量，

$$\left(Fi \Big/ \frac{BWi + BWi+1}{2}\right) \times 100 = Pi$$ ……平均日増重量

このようにして計算した平均日増重率を，表2.4の下段に掲げ，Fig. 2.74に点線で描き添えた。Pの値は，成長の初期に大きく，成長に伴って，急激に減少している。

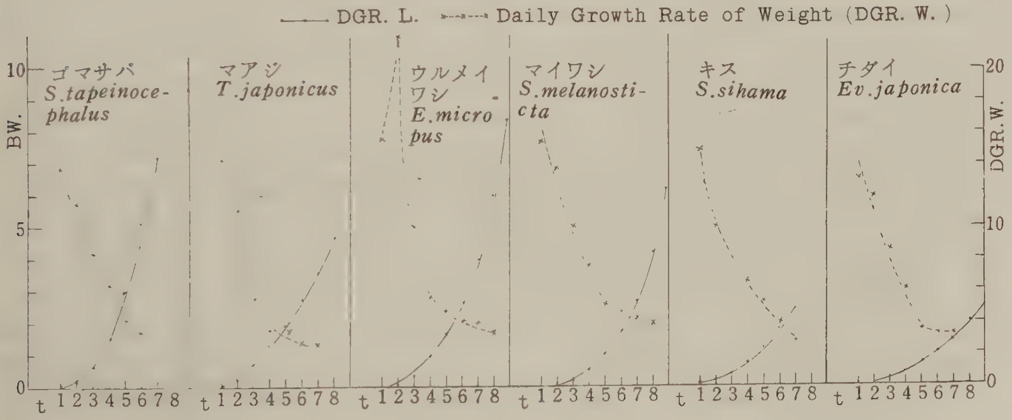
ゴマサバ。

成長の第1旬より第2旬間，体長が14.0mmより26.0mmに成長する期間では，体重は平均1日に13.7%宛増加することになり，次の期間，体長が26.0mmより40.0mmに成長する期間では，体重は平均1日に11.6%宛増加する。体長40.0mmより54.0mmに成長する期間では，平均日増重率は8.4となり，体長54.0mmより67.0mmの期間では6.3に減少し，幼稚期の成長の末期である体長80.0mmより90.0mmに成長する期間では，平均日増重率は3 5となってくる。畑中はマサバの飼育実験結果，平均体重33.48gのものでは，日間成長率は3.68%，平均体重47.00gの群では，日間成長率は25.6%，平均体重73.28gの群では，日間成長率は1.33%とそれぞれ推定している。畑中の日間成長率と著者の定義した平均日増重率とは，同意異語であって，この率は成長に伴う減少をつづけるものと思われる。

マアジ。

成長の第1旬より第2旬の間，即ち，体長が12.0mmより23.0mmに成長する期間では，平均日増重率は14.2%で，相当大きな値である。次の体長が23.0mmより35.0mmに成長する期間では，11.1%の平均日増を行い，体長35.0mm〜43.0mmの成長期間では，5.6%に減少し，体長43.0mm〜50.0mmの成長期間では，3.6%となり，次の体長50.0mmより57.0mmに成長する成長期間では，3.5%の平均日増重率を示すようになり，幼稚魚型成長の末期に近い体長57.0mm〜63.0mm，及び，体長62.0mm〜70.0mmの両成長期では，それぞれ，2.8%，2.7%となって，大きな減少は見られなくなる。

Fig. 2.74



ウルメイワシ。

成長の第1旬，体長12.0mmより第2旬，体長22.0mmの成長間の平均日増重率は，ゴマサバやマアジに比してやや大きく，15.5%を示している。次の，体長22.0mmより33.0mmの成長する期間では，前期よりも大きく，22.0%となっているのは，2.22で記述したように，成長の初期では，体長の成長に伴って，肥満度も次第に増大するためであろう。体長33.0mmより44.0mmに成長する期間では，平均日増重率は10.0%となって，ゴマサバやマサバでの2〜3旬とほぼ等しい値となっている。体長44.0mmより55.0mmに成長する期間では，毎日の増重率は5.6%となって，前期に比して著しく減少している。これは，肥満度がほぼ一定になった後の成長期であることも考慮する必要がある。幼稚期成長の末期である体長55.0mm〜66.0mm，66.0〜76.0mm，及び，76.0mm〜86.0mmにそれぞれ成長する時期では，平均日増重率4.8%，4.2%，及び，4.0%に対応するようになって，成長に伴って，徐々に減少して行くの

は，前述の二つの魚種と同様であるが，その値はそれぞれ異っている。

マイワシ。

初期の増重傾向は，ウルメイワシによく似ている。即ち，体長 10.0mm〜19.0mm の成長する期間では，平均日増重率は 15.4%，次の，19.0mm〜28.0mm の成長する期間では，14.7% となって，極めて大きい日増重率を示している。体長 28.0mm より 37.0mm に成する期間では，平均日増重率は10.0%に減少している。その次の期間の体長が 37.0mm より 46.0mm に成長する間では，7.6% となって，次第に減少している。更に次の期間，即ち，体長 46.0mm より 55.0mm に成長する間は，5.1% に減少している。しかし，その後の平均日増重率は，徐々に減少するようになり，体長 55.0mm〜65.0mm，65.0mm〜76.0mm 及び，76.0mm〜85.0mm のそれぞれの期間では，平均日増重率4.6%，4.3%，及び，3.9% それぞれ対応する。

キ　ス。

成長の第1旬より第2旬，即ち体長が 12.0mmより 22.0mm に成長する期間では，平均日増重率は 14.8%であり，体長 22.0mm〜32.0mm に成長する期間では，10.0% に減少し，体長 32.0mm より 41.0mm に成長する間では，6.6%，41.0mm より49.0mm に体長が伸長する時期では，平均日増重率は，5.3% となり，次の 49.0mm より 55.0mm えの成長期では 4.0% に減少し，更に，55.0mm より 61.0mm に成長する期間では，2.9 %となっている。

チ ダ イ。

成長初期の体長 6.0mmより 12.0mm に成長する時期では，平均日増重率は 13.0% で，前記の5種のそれに比較すると，小さい値になっている。しかし，必ずしも小さい値とはいえない。体長12.0mm より 19.0mm に成長する期間では，11.9% であって，イワシ類を除いた他の魚種に比して大きい。体長 19.0 mm より 25.0mm に成長する時期では，平均日増重率は 8.5% に減少し，体長 25.0mm より 30.0mm に成長する過程では，6.2% となる。次に，体長 30.0mm より 34.0mm に成長する時期では，平均日増重率は 3.5% に減少し，その後の成長の各期では，この値に大きな減少は認められない。このようなチダイに見られる平均日増重率の変化は，体長と体重との相関直線が屈折する点，即ち，2.22 で記述したように，体長 31.0mm より小さい体長の期間では大きく，これより体長が大きいものでは小さいといえよう。

この節で，畑中，堀田等が使用している「日間増重率」なる用語を使用せず，「平均日増重率」としたのは，既に理解されたことと思うが，幼稚魚の成長の初期では，日間増重率が成長に伴って，著しく変化するように考えられるので，大きく変化する数値の平均値を取り扱ったことを，明らかにするためである。

畑中は飼育実験で，マサバの平均体重 33.48g〜73.23g のものの 日間成長率は 1.33〜3.68% とし，堀田は，同じく飼育実験で，体長 13.86〜14.35cm のサンマで，日間増重率 4.55〜6.45% の値を得ている。この節で記述したのは，自然の状態で成長した標本より推定した数値が，幼稚魚期成長の末期では，いづれの魚種でも，畑中や堀田が実験的に求めた値に近づいている。しかし，成長の初期では，著しく大きな数値を示している。特に，イワシ類のように，成長に伴い，肥満度が増加する期間の長い魚種では，大きな平均日増重率が，長い期間持続されるように思える。仔魚，稚魚に見られるこのような大きな日間増重を，支えるために要する餌の量，又は，餌の転換効率がどんなものであるかについて，実験的な試みとしては，北海道区水産研究所（1959）が，ニシンの稚魚について，Artemia の Nauplius を使用して，開始しているようである。

3　発生海域（Natal ground）での食性

産卵調査の際に採集された仔魚，稚魚の標本より，消化管を取り出し，小さいものは，ホローグラスの凹部にのせて切解し，内容物を出して，顕微鏡下で，種の判定，体長，体巾の測定，個体数の算定を行った。大型の消化管は，小さいシャレーに収容して処理をした。

消化管の内容物の重量の測定は，筆者の研究環境では，不能であるので，餌料生物の個体数で，量的な判

断を進めることにした。

なお，産卵調査では，卵，稚魚の採集は，日出後より日没前のみに行われた。

3.1° 餌生物の出現の概況

3.11 群捕食率

採集標本中に，胃及び腸に餌料生物が，全く存在しない個体の出現状況を表現するため，群捕食率を求めたのが表3.1である。この内，イカナゴ，バショウカジキ，カイワリ，ツムブリ及びハタの類は，1群1尾の調査に過ぎないから除外する。

Table 3.1 Group Feeding Rate. Net collections

Species \ Rate	group nos.	0	~10	~20	~30	~40	~50	~60	~70	~80	~90	~100	Species name
カタクチ	102	23.5	14.7	19.6	16.7	9.8	5.9	1.0	2.9	1.0	1.0	3.9	*E.japonica*
ウルメ	2	100											*E.micropus*
マイワシ	4		25.0	25.0								50.0	*S.melanosticta*
トカゲエソ	1					100							*S.elongata*
ネズミギス	5	60.0	20.0	20.0									*G.abbreviatus*
オキエソ	2	100											*T.myops*
イカナゴ	1											100	*A.personatus*
サンマ	12	25.0								8.0		67.0	*C.saira*
トビウオ（単）	7	14.3								14.3	14.3	57.1	*Exocoetinae*
トビウオ（複）	2											100	*Cypselurinae*
サヨリ	4											100	*H.sajori*
ヒメジ	10					10.0		20.0	20.0		10.0	40.0	*U.bensasi*
ボラ	6									16.7		83.3	*M.cephalus*
マサバ	4											100	*S.japonicus*
ゴマサバ	3	33.3										66.7	*S.tapeinocephalus*
ギンホ型	6						16.7					83.3	*Blennoidei*
ニジギンホ	3											100	*P.pictus*
シイラ	4											100	*C.hippurus*
バショウカジキ	1											100	*H.orientalis*
マルアジ	3						66.7					33.3	*D.maruadsi*
ブリ	5											100	*S.quinqueradiata*
カンハチ	3	33.3										66.7	*S.purpurascens*
ヒラマサ	2								50.0			50.0	*S,aurovittata*
マアジ	11				9.0	9.0	9.0		9.0			64.0	*T.japonicus*
カイワリ	1											100	*C.equula*
ツムブリ	1											100	*E.bipinnulata*
メジナ	5						20.0		20.0			60.0	*G.punctata*
イサキ科	9						22.2	11.1				66.7	*pomadasyidae*
テンジクイサキ	4											100	*K.Cinerascens*
タカノハダイ	6									16.7		83.3	*G.zonatus*
オヤビッチャ	5											100	*A.vaigiensis*
チョウチョウウオ	1											100	*C.collaris*
カゴカキダイ	5	40.0										60.0	*M.strigatus*
ハタの類	1											100	*Epinephelinae*
スズメダイ	1						100						*C.notatus*
ミシマオコゼ	5											100	*U.japonicus*
カナガシラ類	3	33.3										66.7	*Lepidotrigla*
サギフエ	9	11.1								11.1	11.1	66.7	*M.scolopax*
ムツ	3	100											*S.boops*
カワハギ	3									33.3		66.7	*S.cirrhifer*
アミメハギ	1											100	*B.ercodes*
イザリウオ	1											100	*A.tridens*
カサゴ類	1											100	*Sebastiscus sp.*
ハダカイワシ	1											100	*Myctophidae*
ワニギス	1											100	*C.snyderi*

群捕食率が，各群とも100%になっている魚種に，トビウオ（複葉種），サヨリ，ホンサバ，ニジギンポ，シイラ，ブリ，オヤビツチャ，デンジクイサキ，チョウチョウウオ科の1種，ミシマオコゼ，カワハギ類等があり，逆に群捕食率が極めて小さい魚種には，イワシ類の3種，ネズミギス，エソ類である　群捕食率が

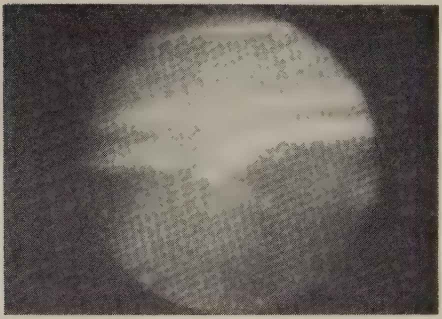
0か，或は，100% か何れかの一方を取っている魚種に，ゴマサバ，カンパチ，カゴカキダイ，カナガシラ類の1種が含まれている。その他の魚種では，空胃，空腹の個体が出現する割合は小さい。

群捕食率の小さいイワシ類，エソ類，及び，ネズミギスでは，既に記述したように，仔魚，稚魚期では，消化管は簡単な1本の直線状の管であって，これ等の腸管に餌生物があるときは，腸管のその部で膨出しているので，外観で，餌生物の形態，及び，数を察知することができる（Fig. 3.1 及び Fig. 3.2)。このような腸管を持つ魚種の群捕食率が，見掛上小さくなるかについては，後に考察しょう。

サンマ，トビウオ類も，一本の紆曲しない，簡単な外観の消化管を持つ魚種であるが，消化管の内壁は，複雑な襞がよく発達している。この種の魚に見られた空腸の個体は，全長 7.0mm 以下の yolk が残存しているものであった。

Fig. 3.1

Out view of Intestine

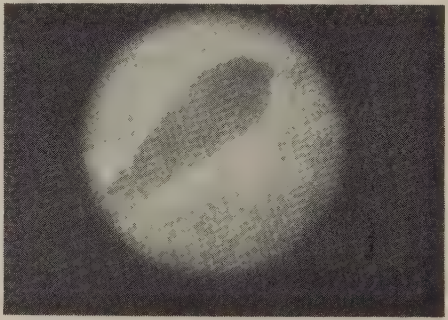


マイワシ S. melanosticta

TL. 13.0mm

Fig. 3.2

Contents



Copepoda

0.8 × 0.32mm

群捕食率の大きな魚種は，何れも，早期に胃の分化が進んでいるか，或は，紆曲して長く，しかも，複雑な形をした消化管を持っているようである。

ゴマサバ，カンパチに空胃の群が ⅜ でているのは，調査数が少なかったためであろう。

以上のようなことから，極く大雑把ていって，消化管の簡単なものほど，餌料生物が発見される割合が小さく，複雑な消化管程餌料生物が発見される割合が大きいように思える。その原因としては，後者の方が，食慾がより旺盛であって，捕食能力が大きいが，複雑な消化管は，餌生物が通過して直腸に行き，次に排泄されるまでに，より多くの時間を要するかの何れかであろう。

3.12 餌 生 物

各魚種のそれぞれの体長の標本より発見された餌生物を，種類別に体長を記入したのが，表3.2より表3.29 である。

サンマ。（表，3.2)

全長 7.0mm の個体には，まだ，yolk が残存していることは，畑中の観察と一致するが，既にこの時代より摂餌している。餌生物としては，Copepoda の Copepodid 型幼虫及び Nauplius 幼虫であって，体長は 0.13～0.25mm のものである。 全長 8.0mm（体長 7.0mm）に達すると，体長0.6～0.8mm の Copepoda をも捕食するようになる。それ以後は，成長に伴う餌生物の体型の増大は顕著でない。別表3.30 で推定した摂餌重量によって，摂餌量指数を求むれば，この調査では，q=8.5 以上の個体はなかった。（摂餌量指数を求むるに必要な餌の量は，Copepoda の体長の3乗（mm単位）に表2.1 による，体長 1.0mm の Copepoda の容積 0.00003 を乗じた数値を使用した）

サ ヨ リ。（表，3.3)

全長 6.5mm 以下の標本は採集できなかった。全長 6.5mm より 19.0mm（体長 16.0mm）のもので

Table 3.2 サ ン マ *Cololabis saira* (Note,0.25×0.08……B.L.0.25mm,B.W.0.08)

B.L. mm	T.L. mm	B.H. mm	Body Length of Food Animals (mm.)						
			Larval Form			Copepoda	Phyllopoda	Body Weight	Reference
			Copepodid	Nauplius	Cypris				
5.0	5.7	0.4							yolkあり
6.0	7.0	0.5	0.25×0.08	0.13~0.20					yolkあり
7.0	8.0	0.6		0.07~0.20		0.6~0.8		0.001	
8.0	9.0		0.40	(0.13×0.03 0.20×0.07		1.37			
9.0	10.0	0.8	0.40×0.13	0.20×0.06		0.6~0.8		0.003	
10.0									
11.0		0.8				0.48			
12.0	13.0	1.0				0.6~0.8		0.004	q=8.5
13.0	14.0	1.5						0.007	
14.0	15.3	1.5				0.6~1.0			
15.0	16.0	1.5				0.8		0.010	
16.0	17.0	2.0				0.8		0.013	
17.0	18.0	2.0				0.8~1.0		0.015	
18.0	19.5	2.0				0.8~1.0		0.017	
19.0	21.0	2.1				0.8~1.5		0.015	
20.0	22.5	2.5				0.8~1.0		0.020	
21.0	23.5	2.5		0.56		0.6~0.8	0.52	0.020	
22.0	24.5	2.5		0.52		0.8~1.0		0.035	
23.0		2.7				0.75			
24.0	26.0	3.0				0.6~1.00		0.030	
25.0									
26.0	29.0	3.0				1.00			
27.0									

Table 3.3 サ ヨ リ *Hemiramphus spp.*

B.L. mm	T.L mm	B.H. mm	B.W. g	Body Length of Food Animals (mm.)					
				Larval Form		Copepoda			
				Copepodid	Nouplius				
	6.5	0.5			0.08×0.04 0.13×0.06				
13.0	14.0	0.5		0.40	0.20×0.08 0.13×0.04				
15.0	17.5	1.2							
16.0	19.0	1.2	0.00	0.45	0 18×0.06 0.22×0 08				
22.5	26.5	1.2	0.01			1.50~2.50			q=7.7

Table 3.4 ト ビ ウ オ (単葉) *Exocoetidae spp.*

B.L mm	T.L mm	B.H mm	B.W g	Body Length of Food Animals (mm.) Larval Form: Copepodid	Larval Form: Nauplius		Copepoda			
3.5	4.5	1.0								
5.0	6.0	1.0			(0.12×0.03					
6.0	7.0	1.0			0.20×0.06)					
7.0	8.5	1.5	0.007				0.80~1.20			
8.0	9.0	1.5			0.20×0.06		0.60~1.00			
9.0	11.0	1.5	0.010				0.80			
11.5	13.5	2.0					1.00			
12.0	14.5	2.0	0.030				0.80~1.00			
13.0	16.0	2.0	0.030				0.80~1.50			
14.0	17.0	2.5	0.040				0.80~1.50			
15.0	18.0	2.5	0.060				1.50~2.00			
17.0	20.0	2.5	0.070				1.0 ~1.50			
22.0	27.0	3.5	0.110				2.00			
35.0	45.0	6.5	0.720				2.00			

Table 3.5 ト ビ ウ オ (複葉) *Exocoetidae spp.*

B.L mm	T.L mm	B.H mm	B.W. g	Body Length of Food Animals (mm.) Larval Form: Copepodid	Larval Form: Nauplius		Copepoda	Phyllopoda		
	4.0									mm yolk 1.5
4.0	5.0	0.9								
5.5	7.0	1.0		0.22×0.08				0.35		
6.5	7.5	1.0								
7.5	9.0	1.1					0.60			
8.0	10.5	2.0	0.004				0.60~0.80			
9.5	11.5	1.8		0.20×0.06			0.60			
11.5	14.0	2.0					0.60			
13.0	15.0	2.0	0.030				1.20			
14.0	18.0	2.3	0.020							
15.0	17.5	2.0	0.040				0.60~1.00			
16.0	19.5	2.5	0.040				0.60~1.50			

Table 3.6 カタクチイワシ *Engraulis japonica*

B.L mm	T.L mm	B.H mm	B.W. g	Body Length of Food Animals (mm.)						
				Larval Form			Copepoda	Phylopoda		
				Copepodid	Nanplius	Cypris				
	3.0									yolkあり
	3.5	0 24			(0.20×0.08 0.07					
	4.0	0.33			0.13×0.03					
	5 0	0.40			0 16×0 08 0.13×0.03					
	6 0	0.50			0.20×0 06					
	7.0	0 60								
	8 0	0.60								
8 0	9 0	0.60		0 40×0 14	(0.20×0.09 0.32×0 12					
9 0	10 0	0.70		(0.30×0.13 0.55×0 19	0.27×0.18					
10.0	11.0	1.00		(0.40×0.13 0.20×0.07				0.30×0.15		
10.0	11 5	0 80		(0.40×0.13 0.20×0 07				0.30×0.15		
11.0	12 5	1.20		0.45×0.15	0.23×0.10					
12 0	13 5	1.10					0.80×0.32	0.30×0.15		
13.0	14.5	1.20						0.30×0.18		
15.0	17.0	1.40					0 35×0.06			
16.0	18 0	1.50					0.60×0.32			
17.0	19.5	1.60					0.60×0.23			
18.0	20.0	1.60								
19.0	21.5	1.80								

Table 3.7 マ イ ワ シ *Sardinops melanosticta*

B.L mm	T.L mm	B.H mm	B.W g	Body Length of Food Animals (mm.)						
				Larval Form						
				Cpepodid	Nauplius	Cypris				
	3.0									
	4.0			0.04卵	0.13					
	5.0			0.04卵	0.07〜0.13					
	6.0									
	7.0									
	8.0				0.07〜0.13					
	9.0	0.5			0.20×0.06					
	10.0									
	13.0						0.80×0.32			

Table 3.8 シ イ ラ *Coryphaena hippurus*

B.L mm	T.L mm	B.H mm	B.W g	Body Length of Food Animals (mm.)						
				Larval Form			Copepoda			
				Copepodid	Nauplius					
9.5	11.0	2.0		0.25~0.50						
11.0	12.5	2.5	0.020				1.00			
12.5	14.5	2.8					1.00			
13.0	15.0	3.0	0.015				1.20~1.50			
17.0	22.0	4.0	0.050				1.00~2.00			
29.0	34.5	6.0	0.25				3.8			q=9.6
	ツ ム ブ リ									
18.0	21.5	4.8	0.06				0.8 ~2.00			

Table 3.9 ニ ジ ギ ン ポ *Dasson trossulus*

B.L mm	T.L mm	B.H mm	B.W g	Body Length of Food Animals (mm.)						
				Larval Form			Copepoda			
				Copepodid	Nauplius	Zoea				
5.5	6.5	1.0			0.20×0.12					
7.0	9.5	1.1			0.16×0.06					
7.5	9.0	1.2			0.13×0.06					
8.5	10.0	1.3		破 片						
9.0	11.0	2.0	0.03				3.80×0.80			0.0032
11.5	13.5	2.0			0.20×0.11					
12.0	14.0	2.0	0.500			1.00×0.40				
13.0	15.0	2.0	0.060			1.00×0.40				
15.0	18.0	4.0	0.080				1.50~2.00			
17.0	21.0	4.0	0.100				0.60			
24.0	27.0	5.0	0.200							
29.0	34.0	7.0	0.250				3.8×0.8			イカ1.50

Table 3.10 イソギンポ亜科 *Blenninae spp.* ギンポ型（ナベカを含む）

B.L mm	T.L mm	B.H mm	B.W g	Body Length of Food Animals (mm.)						
				Larval Form			Copepoda	Phyllopoda		
				Copepodid	Nauplius					
	3.0	1.0		0.03卵						
	4.5	0.7		0.30×0.08						
5.5	6.0	1.0		0.20×0.06	(0.12×0.04 (0.20×0.07					
7.0	8.0	1.2			(0.20×0.06 (0.20×0.12					
7.5	9.0	1.6			0.20×0.06					
9.0	11.0	1.5		0.45×0.15	0.20×0.06		0.80〜1 00			
10.0	12.0	1.8		0.40×0.15				0.40		
11.0	13.0	2.0								
21.0	25.0	4.0	0.07				0.60〜1.00			

は，主として Copepoda の Nauplius 型及び Copepodid 型幼虫を捕食している。体長 22.5mm（全長 26.5mm）の個体では，体長 1.5〜2.5mm の Copepoda を捕食するようになる。このように捕食された大型 Copepoda は，サヨリの消化管内に，多くの場合頭を先にして縦に配列している。

Copepoda の体長より計算された摂餌量指数は q=7.7 が最大であった。

トビウオ類。（表3.4，表3.5）

トビウオ類は，種類によって多少の相違はあるが，全長 4.0mm〜6.0mm のものでは，yolk が残存していて，全長 7.0mm 以上の個体では，天然餌料を捕食している。初期の餌料生物は，体長 0.12〜0.22 mmの Copepodid 型 及び Nauplius 型幼虫であるが，その後餌生物は急に大型となり，全長 8.5mm の稚魚では，体長 0.8〜1.2mm の Copepoda を捕食している。全長 18.0mm（体長 15.0mm）のものでは餌は 1.5〜2.0mm の大型 Copepoda になっている。

この調査で，トビウオ類の稚魚の摂餌量指数の最大は，q≒3.2 であった。一般にトビウオ類でこの指数が小さいのは，その飛行という特別の生態に備えて，消化管内に蓄える餌の量が多くならないように，消化が迅速に進むのではなかろうか。

サンマ，トビウオ等のように，大型仔魚で，yolk が残存しているものでは，腸管が緑色又は黄色を呈している個体が，しばしば発見される。 Lebour（1919）はニシンについてこれと同じような現象を観察して，緑色の残屑があるとし，多分 Algae であろうとしている。北海道区水産研究所（1959）も，腸が緑色を呈するのは，植物性餌料のためであろうとしている。しかし，両者とも緑色残屑物の形態について，明確に記載していない。筆者は緑色を呈している腸管より，残屑としては何物も取り出し得なかったので，緑色呈色が，下等海藻によるとする前2者の見解には疑問を持っている。むしろ，この緑色呈色は，ホルマリン液に固定中，yolk に含まれる或種の色素が，腸に滲透したものではないかと考えている。従って，Lebour や北海道区水産研究所の見解のように，ニシンの前期仔魚は菜食性と判定するのには，同意しかねる。サンマ，トビウオ類でも，前期仔魚は菜食性ではないようである。むしろ，この時代では，摂餌することが稀で

あるように思える。

カタクチイワシ。(表3.6)

全長 3.0mm の個体では，yolkが残存している。全長 3.5mm に達したものよりは，腸管内に，Copepoda の Nauplius 幼虫が発見される。その大きさは 0.07〜0.20×0.08mm 程度で，多くの場合，腸管内に，頭を肛門方向に向けて，縦軸に沿って配列されている。全長 13.5mm（体長 12.0mm）に達したものでは，大きさ 0.8×0.32mm 程度の Copepoda をも捕食し得るようになると思われる。摂餌量は一般に少く，計算するのは困難であった。

マイワシ。（表3 7）

全長 3.0mm のものでは，腸管に餌生物は認められなかった。全長 4.0mm のものでは，Copepoda の卵と思われる直径 0.04mm のものと，体長 0.13mm の Copepoda の Nauplius と思われるものが発見された。全長 9.0mm までは，明らかに Nauplius 型幼虫が，主要な餌生物であるように思える。全長 13.0mm に達すると，0.80×0.32mm 位の大きさの Copepoda を捕食している。(Fig. 3.1, Fig. 3.2)

摂餌量指数は，計算するのが困難であった。

シ イ ラ。(表3.8)

早期仔魚の標本は得られなかった。全長 11.0mm（体長 9.5mm）のものでは，Copepodid 型幼虫を主として捕食しているようであるが，全長 12.5mm（体長 11.0mm）以上の稚魚では，体長 1.0mm 以上の大型 Copepoda を，主として捕食している。全長 34.5mm のものでは，3.8mm の Rabidocera を15尾捕食していた。

計算された最大摂餌量指数は q=9.6 となっている。

ツンブリ。(表，3.8)

全長 21.5mm（体長 18.0mm）の標本が，1尾得られた。餌としては，体長 0.8mm，及び，体長 2.0 mm の Copepoda が，少々胃に発見されたのみで，q=0.47 であって，極めて小さい。

ギンポ型。(表，3.9，表，3.10)

ギンポ型の仔魚，稚魚としては，ニジギンポ，ナベカ等が比較的容易に識別できる。一般に肛門長が短いが，消化管は仔魚でも，相当複雑な形をしている。全長 3.0mm の仔魚からは，餌生物としては，Copepoda の卵と思われる径 0.03mm の卵が3個発見されたのみであった。全長 4.5mm の仔魚では，大きさ 0.30×0.08mm の Copepodid 型の幼虫が，餌生物として取り出された。全長 11.0mm になると，Rabidocera のような大型の Copepoda をも捕食するようになる。消化管の構造で，胃部と腸部との区別が判然としないで，餌生物も，原形を止めないものが多い。従って，摂餌量指数の推定は困難であるが，得られた1例では，q=11.0 となっている。一般にギンポ型の魚種は，群捕食率も大きく，捕食量も多いように思われる。

サバ型の仔魚，稚魚。(表，3 10，表，3.11)

ゴマサバ，マサバの仔稚魚の若干尾と，バショウカジキの稚魚1尾とを観察した。サバ類では，全長 3.0 mm のものでは，yolk が認められる個体もあるが，全長 2.5mm のゴマサバの仔魚では，大きさ 0.13×0.04mm の Nauplius 型の幼虫を捕食している個体もあった。全長 3.5mm になると，大きさ 0.13×0.04mm〜0.20×0.13mm 位の Nauplius 幼虫を捕食している。全長 5.0mm 以上になると，体長0.8mm 位の Copepoda や Podon を捕食している。全長 14.0mm のゴマサバの稚魚が，全長 7.0mm のマイワシの稚魚を捕食していた。これは，稚魚には稀な魚食の例の一つである。

摂餌量指数では，マイワシを捕食していた個体で，q=6.5 が計算されたのみであった。

バショウカジキの唯1尾の標本は，全長 9.5mm（体長 8.5mm）のもので，全長 10.0mm のネズミギスの稚魚1尾を捕食していた。この個体では q=9.5 が推定される。

マボラ。(表，3.13)

全長 6.0mm に成長するまでは，Copepodid 型幼虫や Nauplius 幼虫を主として捕食している。その

Table 3.11 ゴ マ サ バ *Scomber tapeinocephalus*

B.L mm	T.L mm	B.H mm	B.W g	Body Length of Food Animals (mm.)						
				Larval Form			Copepoda	Phylopoda		*S.melanosticta* マイワシ
				Copepodid	Nauplius	Cypris				
	3.5	1.0	0.002		0.13×0.06					
	2.5	0.55			0.13×0.04					
	4.5				0.20×0.15					
	5.0	1.2	0.004		0.40					
	7.0	1.3						0.45		
7.0	8.0	1.5	0.008	0.40(15)				0.8		
12.0	14.0	3.0	0.02							7.0

Table 3.12 マ サ バ *Scomber japonicus*

B.L mm	T.L mm	B.H mm	B.W g	Body Length of Food Animals (mm.)						
				Larval Form			Copepoda			
				Copepodid	Nauplius	Cypris				
	3.0									yolkあり
	3.6	0.9			0.20×0.13					
	4.0									
	5.0	1.3	0.005				0.80			
	6.0	1.6			0.25×0.10					
6.0	7.0	1.8			0.25×0.10					
7.0	8.0	2.0			0.25×0.10					
バショウカジキ										
8.5	9.5	2.0	0.03							*G.abbreviatus* ネズミギス 10mm (1)

Table 3.13 ボラ *Mugil cephalus*

B.L mm	T.L mm	B.H mm	B.W g	Body Length of Food Animals (mm.) Larval Form Copepodid	Nauplius		Copepoda			
	3 6	0.05			0.07×0.02					
	4.0	1 0		0.20×0.06	0.13×0.04					
5.0	6 0	1 2		0.40~0.60						
6.0	7.5	2.0	0.005	0.40			0.40~1.00			
7.0	9.0	1.7					0.60~0.80			
8.0	10.0	2.0	0.010				0.60~0.80			
9.0	11.5	2.0	0.013				0.60~1.00			
10 0	13 0	2 5	0.020				0.60~0.80			
11.0	13 0	2 3					0.80~1.50			
12.0	15.0	3.0	0.03				1.00			
13 0	16 0	3.0	0.04				1.50			
16.0	19.0	4.0	0 05				0.6 ~0.80			

Table 3.14 ヒメジ *Upeneus bensasi*

B.L mm	T.L mm	B.H mm	B.W g	Body Length of Food Animals (mm.) Larval Form Copepodid	Nauplius		Copepoda	Phyllopoda		
	3.5	0.80			0.09×0.04		破 片			
	5.0	1.0		0.26×0.07 0.13×0 04						
5.0	6 0	1.0		0.16×0.06	0.09×0.04		0.60×0.20			
6 0	7.5	1.2	0.002		0.40×0.20		0.08			
7 0	8.5	1 6	0.004		0.20×0.07		0.30×0.07			
8.0	9.5	1.8	0.005	0.40~0.60				0.40		
9.0	11.0	2.0		0.20×0 07	0.22×0.16					
10.0	12 0	2.0		0.25×0 07	0.10		0.40~0.60			
11.0	13.0	2.0	0 012				0.60	0.40~0 60		
12.0	15.0	2.5	0.020				0.60			
13.0	16.0	2.5	0.020				0.80			
14.0	17.5	3.0	0.020				0.80~1.00			
16.0	19.0	3.0	0.030				0.80~1.00			
17.0	21.5	3.5	0.040							
18.0	22 0	3 5	0.060							
19.0	23.0	4 0	0.060				0.80~1.50			
20.0	24 0	4 0	0.080							
21.0	25.0	4.0	0.100				1.00			
22 0	26.0	4.8	0.100				1.20			
23.0	28.0	5.0	0 140				1 00			
26 0	31.0	5.0	0.16				0.40~2.00			

Table 3.15 メ ジ ナ *Girella punctata*

B.L mm	T.L mm	B.H mm	B.W g	Body Length of Food Animals (mm.)						
				Larval Form			Copepoda	Phyllopoda		
				Copepodid	Nauplius					
6.0	7.0	1.0			0.20×0.08			0.20×0.03		
7.0	8.5	1.2								
8.0	10.0	1.8	0.010				0.80			
9.0	11.0	2.0	0.010				0.80~1.00			
11.0	13.0	2.5	0.020				0.60~0.80			
12.0	15.0	3.0	0.023				1.00			
13.0	16.0	3.0	0.040				1.00			
14.0	17.0	4.0	0.040				1.00~2.00			
15.0	18.5	4.0	0.050				0.60~1.00			
カ サ ゴ 科										
	4.5	1.2			0.20×0.06					
5.0	6.0	2.5		0.35×0.12	0.20×0.07					

Table 3.16 カ ゴ カ キ ダ イ *Microcanthus strigatus*

B.L mm	T.L mm	B.H mm	B.W g	Body Length of Food Animals (mm.)						
				Larval Form			Copepoda			
				Copepodid	Nauplius					
	4.5	1.2			(0.08×0.03 (0.18×0.06					
6.0	7.0	1.5		0.50×0.20						
7.0	8.0	2.0					0.80~1.00			
8.0	10.0	3.0	0.020				0.80~1.00			
11.0	13.0	4.0	0.040				0.6 ~1.00			
12.0	15.0	4.0	0.030				0.6 ~2.00			
スズメダイ *Chromis notatus*										
6.0	7.0	2.2								
12.0	16.0	6.0	0.06				0.80~1.00			

Table 3.17 タカノハダイ *Goniistius zonatus*

B.L mm	T.L mm	B.H mm	B.W g	Body Length of Food Animals (mm.)						
				Larval Form			Copepoda			
				Copepodid	Nauplius	Zoea				
	3.0									
	4.5	1.0			0.13×0.04					
	5.0	1.0		0.40	0.20×0.06					
	5 5	1.2		0.40~0 60						
	6 0	0 8		0.40×0.15						
	7.0	1.0		0.40×0.15						
6 0	8.0	2.0	0.005	0.40			0.80			
7.0	9.0	2 3	0.008	0.40~0 60			0.60			
8.0	10 0	3 0	0.013	0.40			0.80~1.00			
9 0	11 0	3.0	0.010				0.60~0.80			
10 0	12 0	3.0	0 015				0.40~1.00			
11 0	13 5	3.8	0.02				0 60~1.20			
12 0	15 0	4.5	0.03				1.20			
13 5	17.0	4.0					0.60~1.20			

Table 3.18 イサキ *Parapristipoma trilineatum*

B.L mm	T.L mm	B.H mm	B.W g	Body Length of Food Animals (mm.)						
				Larval Form			Copepoda	Schizopoda	Copelata	Phyllopoda
				Copepodid	Nauplius	Zoea				
	5.0	1.2			0.13×0.04					0.25×0.12
5.0	6.0	1.8	0.002	0.40×0.15	0.16×0.06					0.40~0.60
6.0	7.0	1.9	0.004	0.40×0.15			0.60			
7.0	8.0	2.0	0.006			1.00	0.6 ~0.80			
8.0	9.0	2.5	0.008			1.50				
9.0	11.0	2.8	0.010				0.60	1.50	2.00	
10.0	12 0	3.0	0.015				0.80~1.00			
11.0	13.0	3.0	0.025				0.80~1.00			0.80
12.0	14.5	4.0	0.020				1.00~1.20			
13.0	16.0	4.0	0.040				1.00~1.50			

Table 3.19 テンジクイサキ *Kyphosus cinerascens*

B.L mm	T.L mm	B.H mm	B.W g	Body Length of Food Animals (mm.)						
				Larval Form			Copepoda			
				Copepodid	Nauplius					
	2.6	0 5			0.13×0.04					
	2.9	0.7			0.20×0.06					
5.5	6.5	1.6					0.40~1.00			
6.0	7.5	1.6					0.80~1.00			
7.0	9.5	2.5	0.015				0.60~1.50			
8.0	10.5	2.9	0.01				1.00			
9.0	12.0	3.5	0.030				0.60~1.00			
11 0	13.5	4.0	0.050				2.00			
12.0	15.0	5.0	0.050				1.00			

Table 3.20 マ ア ジ *Trachurus japonicus*

B.L mm	T.L mm	B.H mm	Body Length of Food Animals (mm.)							体重	魚卵
			Larval Form			Cope-poda	Phyllo-poda	Schizo-poda	Copel-ata		
			Copepodid	Nauplius	Cypris						
	(2.5			(0.20×0.07							
	3.5			0.10~0.13							
4.0	5.0	1.1	0.24~0.50	(0.25~0.37			0.50				
5.0	6.0	1.5	0.32	0.60×0.20						0.002	
6.0	7.0	1.6	0.35×0.13			0.67	0.63			0.004	
7.0	9.0	1.8				0.36~0.72				0.004	
8.0	10.0	2.0	0.4~0.5	0.20×0.06						0.007	
9.0	11.0	2.8				0.87~1.25				0.010	
10.0	12.0	3.0	0.28			1.25~1.50				0.020	
11.0	13.0	3.8				0.80				0.020	
12.0	14.0	4.0				0.52~0.68				0.023	
13.0	16.0	4.5				0.60~0.72				0.030	
14.0	17.0	4.5				0.48~0.72				0.050	
15.0	18.0	4.6				0.8 ~1.0	0.40			0.057	
16.0	19.0					0.8 ~1.00				0.060	カタクチ
17.0	20.0	5.4				1.12				0.070	2.00
18.0		5.6				0.48~2.00					
19.0	23.5	6.0				1.00				0.100	
20.0		6.0				1.63					
21.0		7.0				0.72~1.00			3.20		
22.0											
23.0	28.0	7.0				0.8 ~1.00				0.200	
24.0											
25.0						0.32~1.00					

後は成長に伴って，捕食する Copepoda の体長は大きくなっている。しかし，全長 16.0mm 以上になって，幽門部の分化が進むに従い，餌生物は小さくなるように思われる。

推定された最大の摂餌量指数は，q＝4.0 であった。

ヒ メ ジ。(表，3.14)

Copepoda の幼虫や小型 Podon を主として捕食するのは，全長 11.0mm 以上の仔魚であって，それより大きい稚魚では，主として Copepoda の成体型のものを捕食し，餌の体長も，魚体の成長に伴って，大型となるように思われる。推定摂餌量指数としては，q＝16.0 で最大であった。

メ ジ ナ。(表，3.15)

全長 7.0mm 以下の仔魚では，Copepoda や Podon 等の幼虫型を捕食している。しかし，全長 10.0 mm 以上になると，餌生物は大型なものになり，体長 0.62〜2.00mm の Copepoda を主として捕食している。q＝3 1 が最大のように思われる。

カゴカキダイ。(表，3.16)

全長 4.5mm の仔魚では，大きさ 0.08×0.03mm〜0.18×0.06mm 位の Nauplius 幼虫を捕食している。全長 7.0mm の稚魚では，大きさ 0.50×0.20mm 位の Copepodid 幼虫を捕食し，全長 8.0mm 以上の個体では，Copepoda の成体型を捕食している。

推定された最大摂量指数は q＝11.2 であった。

タカノハダイ。(表，3.17)

全長 4.5mm 仔魚は，大きさ 0.13×0.04mm の Nauplius が主要な餌生物である。全長 5.0mm になると，体長 0.40mm の Copepodid 幼虫をも捕食するようになり，全長 8.0mm に成長すると，体長 0.8mm の Copepoda を捕食するようになり，その後は成長に伴って，餌生物の体長も大きくなっている。推定される最大摂餌量指数は，q＝4.0 であった。

イサキ科。(表，3.18，表，3.19)

テンジクイサキの外に，背鰭の棘部に，黒褐色の色素があって，テンジクイサキと全く同じような形態の稚魚が，ほとんど同じ季節に採集される。この稚魚はイサキ科のものであろうと考える。両種の食性上の見掛上の相違は，テンジクイサキでは，全面的に Copepoda 又はその幼虫を捕食しているのに，他の 1 種は Podon とその幼虫，及び Zoea，Mysis 幼虫等を混食している。これは，後者は沿岸近くに分布し，前者は沖合の測点で採集され，それぞれの生活環境の差異を示しているものであろう。又，全長 6.0mm 位の稚魚では，テンジクイサキの方が，大きい餌を取っているように思える。

テンジクイサキは，q＝4.4 他の 1 種では，q＝3.8 となって，両者間に大差はないと考えてよかろう。

マ ア ジ。(表，3.20)

全長 2.5mm〜3.5mm の仔魚では，大きさ 0.10〜0.20×0.07mm の Nauplius 幼虫を捕食し，全長 5.0mm（体長 4.0mm）の稚魚では，体長 0.24〜0.50mm の Copepodid 幼虫や Podon の幼虫を捕食している。全長 6.0mm（体長 5.0mm）の稚魚では，大きさの 0.60×0.20mm の Copepoda の幼虫を捕食している。全長 7.0mm の稚魚では，体長 0.35〜0.67mm の Copepoda 及びその幼虫や体長 0.60 mm の Podon を捕食するようになり，成長に伴って餌生物の形も大きくなる。又，カタクチイワシの卵を捕食しているのも，1 例あった。体長 21.0mm のマアジの稚魚が，長さ 3.20mm の Oikopleura を捕食していた。しかし，この種の生物は，肥満度が小さいから，実質的には大型の餌生物とはいえない。

推定される最大摂餌量指数は，q＝3.4 程度であまり大きくはない。

ブ リ 属。(表，3.21，表，3.22，表，3.23)

ヒラマサ，ブリの仔稚魚，及び，カンパチの稚魚が採集される。仔魚では，何れも Copepodid 幼虫や Nauplius 幼虫を捕食している。しかし，全長6.0mm を越えると，体長 0.8〜1.0mm の Copepoda の成体型のものを捕食するようになり，魚体の成長に伴って，餌の型も大きくなる。ヒラマサ，ブリの稚魚では，Podon を捕食しているが，カンパチでは，Podon を捕食している個体はなかった。

推定された最大摂餌量指数は次のようになる。

Table 3.21 ヒ ラ マ サ *Seriola aureovittata*

B.L mm	T.L mm	B.W mm	B.H g	Body Length of Food Animals (mm.)						
				Larval Form			Copepoda	Phyllopoda		
				Copepodid	Nauplius					
	2.7	0.6			(0.13×0.04 0.08×0.05)					
	5.0	1.2		(0.30×0.10 0.50×0.13)	0.08×0.05			0.45		
	6.5	1.5					0.50	0.45		
7.0	8.0	2.0	0.008		0.40		0.60			
7.3	8.3	2.0	0.010				0.80			
8.0	9.2	2.2	0.020				0.80			
9.0	10.5	3.0	0.025				0.80	0.60		
11.5	13 5	3.2	0.030				1.50			
13.0	15.0	4.0	0.050				0.60~2.00	0.80		

Table 3.32 カ ン パ チ *Seriola purpurascens*

B.L mm	T.L mm	B.H mm	B.W g	Body Length of Food Animals (mm.)						
				Larval Form			Copepoda			
				Copepodid	Nauplius					
6.0	7.5	2.5	0.01				2.00			
9.0	11.5	4.0	0.02				1.00			
10.0	12.5	4.0	0.04				0.60~1.00			
11.0	13.5	4.5	0.05				0.60~2.00			
12.0	15.0	5.0	0.04				0.60~0.80			
13.0	16.0	5.5	0.06				0.60~0.80			
14.0	17.5	6.0	0.06				0.60~2.00			

Table 3.23 ブ リ *Seriola quinqueradiata*

B.L mm	T.L mm	B.H mm	B.W g	Body Length of Food Animals (mm.) Larval Form Copepodid	Nauplius	Cypris	Copepoda	Phyllo-poda	Schizo-poda
4.0	5.0	0.9		0.40×0.20	0.40				
5.0		0.9		0.40	0.36				
6.0	7.5	1.7	0.015		0.07~0.36		0.80~1.00	0.80	
7.0	9.0				0.22×0.08		0.67~1.37		
8.0	9.5	2.0	0.020	0.18~0.22	0.13~0.20		0.72~1.00		
9.0	11.0	2.5	0.020		0.13		0.72~0.08	0.80	
10.0					0.40		0.90	0.70	
11.0	13.0						0.64~1 40	0.70	
12.0	15.0						0.75		
13.0									
14.0	17.0		0.060				1.00~1.50		
15.0	18.0	4.0	0.080						
16.0									
17.0		3.8					1.25~2.90		
18.0									
19.0							0.30~4.50		
20.0									
21.0		6.0					0.52~0.88		
22.0									
23.0		6.0					0.75~2.00		
26.0							1.35~3.00		
62.0		11.0					4.00		7.50

Table 3.24 オヤビッチャ *Abudefduf vaigiensis*

B.T mm	T.L mm	B.H mm	B.W g	Body Length of Food Animals (mm.) Larval Form Copepodid	Nauplius	Zoea	Copepoda	Phyll-poda	Schizo-poda
4.0	5.0	1.3		0.25×0.09					
4.5	6.0	2.0	0.01				0.60~0.80		
6.0	8.0	2.5	0.03				0.80~1.50		
7.0	10.0	3.0	0.02				0.80~1.00		
8.0	11.0	4.0	0.02				0.80~2.13	0.60	
9.0	12.0	4.0	0.02				0.80~2.13		
10.0		5.0					0.75~2.10		
11.0	14.5	5.5	0.05				0.80~1.00		
12.0	15.5	6.0	0.06				0.80~1.25		
13.0		6.8					0.75~1.25		
14.0		7.0					0.45~1.63		
15.0		8.0					1.00~1.63		
17.0		8.5					1.13~1.25		
18.0	24.0	11.0	0.34						8.0(3)
19.0		10.0				3.00	1.13~1.63		
20.0		11.0					1.13~1.63		

Table 3.25 ミシマオコゼ *Uranoscopus japonicus*

B.L mm	T.L mm	B.H mm	B.W g	Body Length of Food Animals (mm.)						
				Larval Form			Copepoda		Schizopoda	
				Copepodid	Nauplius	Alima				
	2.3	0.7			(0.20×0.08					
	3.3	1.0		0.06卵	0.16×0.06					
	5.0	1.8		0.50×0:13		0.25×0.15				
8.0	10.5	3.8	0.03				1.50		7.00	カタクチ 7.00(3)
10.0	13.0	3.8	0.06							
12.0	16.0	4.0	0.10				1.50~2.50			カタクチ 7.00(3)
14.0	18.0	4.0								

Table 3.26 *Chaetodontidae spp.* チョウチョウウオ科

B.L mm	T.L mm	B.H mm	B.W g	Body Length of Food Animals (mm.)						
				Larval Form			Copepoda	Phyllopoda	Amphypoda	Polychaeta
				Copepodid	Nauplius	Cypris				
	3.0									
	4.0									
	5.0		0.002	0.40			0.60			
	5.6		0.004				0.60~0.80			
	6.0	2.1	0.005	0.40			1.00			
	7.0		0.008							
7.0	8.2	2.9	0.010				0.60~0.80			
9.0	12.0	4.5	0.040							1.00
10.0	13.0	5.0	0.070				1.00	0.80		
									(ワレカラ)	
12.0	16.0	6.0	0.130				0.80		9.00	
13.0	18.0	8.0	0.160				0.6 ~1.00		4.00	

Table 3.27 サ ギ フ エ *Macrorhamphosus scolopax*

B.L mm	T.L mm	B.H mm	B.W g	Body Length of Food animals (mm.)						
				Larval Form			Copepoda			
				Copepodid	Nauplius	Cypris				
4.0	5.0	1.0	0.002	0.22～0.40			0.60			
5.0	6.0	2.0	0.003	0.45	0.13～0.20		0.60～0.80			
6.0	7.0	2.0	0.004				0.60			
7.0	8.5	2.0	0.008				0.60～0.80			
8.0	9.5	2.1	0.010				0.60～1.00			
9.0	10.8	2.5	0.013	0.40			0.80			
10.0	12.0	2.5	0.014				1.00			
11.0	13.0	3.0	0.015				0.80			
12.0	14.0	3.0	0.020				1.00～1.20			
13.0	15.0	3.0	0.025				0.80～1.00			
14.0										
15.0	17.0	3.5	0.040				1.00～1.50			
16.0										
17.0										
18.0	20.5	4.0	0.050				0.80～1.50			
19.0	22.0	4.0	0.055				0.80～1.50			
20.0	23.5	4.5	0.060				3.00			
21.0	24.5	4.5	0.070				3.00			

Table 3.28 カ ワ ハ ギ *Stephanolepis cirrhifer*

B.L mm	T.L mm	B.H mm	B.W g	Bodv Length of Food Animals (mm.)						
				Larval Form			Copepoda		Amphy-poda	Deca-poda (Lucifer)
				Copepodid	Nauplius	Cypris				
4.0	5.5	2.5		0.30×0.01			1.00			
5.0	7.0	3.0	0.007				0.40～0.60		2.50	
6.0	8.0	3.5	0.012				0.60～0.80			
7.0	9.0	4.1	0.017				0.60～0.80		2.50	
9.0	12.0	5.0	0.030							4.00
10.0	13.0	7.0	0.050				0.60～1.20			
14.0	18.0	9.0	0.11						3.00	
15.0	20.0	10.0	0.34						3.00	

ヒラマサ　q=4.0
カンパチ　q=4.4
ブ　リ　q=3.5

この q の値は，常に大きく変化するのでこの程度の差で，種間に差があるとはいえない。

オヤビッチャ。(表，3.24)

仔魚の標本は得られていない。全長 5.0mm（体長4.0mm）の稚魚は，体形の 0.25×0.09mm の Copepodid larva を捕食している。全長 6.0mm のものでは，体長 0.60〜0.80mm の Copepoda を捕食するようになり，魚体の成長に伴う餌生物の大型化は，他の魚種よりも著しく，体長 18.0mm の稚魚が，体長 8.0mm の Euphausia 捕食している。しかし，Euphausia の肥満度と Copepoda の肥満度との関係によって，体長を換算すると *，体長 8.0mm の Euphausia と，体長 4.9mm の Copepoda とは，食性上では等価と考えられる。(このことは，後段で詳細に検討する。)

求められる最大摂餌量指数は，q=3.2 であまり大きくはない。

ミシマオコゼ。(表，3.25)

全長 2.3mm 乃至 5.0mm の仔稚魚では，Nauplius 幼虫，Alima 幼虫，及び，Copepoda の卵のような，小型のものを捕食している。しかし，全長 10.5mm 以上の稚魚は，大型 Copepoda や体長 7.0mm の Euphausia，全長 7.0mm カタクチイワシの稚魚を捕食している。従って本種の稚魚は，全長 10.0mm 位になると，大型の餌を撰択的に捕食するようになるものと考えられ，発生海域での魚食種として，最も顕著な食性を持つものと思われる。最大摂餌量指数は，q=4.2 で，あまり大きくはない。

チョウチョウウオ科の稚魚。(表，3.26)

全長 8.2mm（体長 7.0mm ）以下の稚魚は，小型 Copepoda 又は Copepodid larva を捕食している。捕食量は，q=3.5 が最大であった。

サギフエ。(表，3.27)

仔魚の標本は得られなかったが，採集されていても，測定できなかったのであろう。全長 5.0mm〜6.0mmの稚魚では，Copepodid 幼虫や Nauplius 幼虫をも捕食しているが，体長 0.6〜0.8mm の Copepoda の成体型に，依存する割合が大きいように思われる。成長に伴い，捕食している Copepoda の体長は大きくなり，全長 2.35mm（体長 20.0mm）の稚魚では，体長 3.0mm の Copepoda を捕食している。

推定された最大摂餌量指数は，q=5.4 となる。

イザリウオ，カワハギ。(表，3.26下段，表，3.28)

これ等の魚種では，仔魚は採集されず，流れ藻に集っている稚魚が，主として採集される。このように流れ藻付きとして採集される稚魚は，発生海域の稚魚という概念より，むしろ，成育海域の幼魚といった方が正しいのではなかろうか。なぜならば，全長 5.5mm 以下の稚魚では，Copepodid 幼虫を捕捕食しているが，それ以上の全長のものでは，Amphipoda を捕食している場合が多く，Polychaeta の幼虫も餌生物として見られ，これまで記述してきた他の稚魚と，著しく異なった食性を持っている。これを，表3.29に示した流れ藻付きのブリの幼魚に見られる餌生物と比較すると，著しい類似点が見られ，餌生物として，Amphipoda の内の Protella 属が卓越している。おそらくこのような餌生物は，流れ藻を基盤として生産されたものであろう。

3.2° Size Preference の上限

仔魚，幼魚の体長に対応する体高，及び，餌生物の体長を描くと，或程度までに成長したものでは大部分

---

* Copepoda f=30.0　Euphausia f=7.08…………(表，2.1)

$Le \times \sqrt[8]{\frac{7.08}{30.0}} = Lc$ の関係と考える。

Table 3.29 Young Yellowtail under the Floating Seaweeds

B.L mm	T.L mm	B.H mm	B.W g	Body Length of Food Animals (mm.)							
				Scw/Bw ×100	Calanus	Oncea	Scolecithrix	Miracia	Protella	Caprella	Euphausia
80.0	96.0	20.0	8.13	0.8	2.00〜2.50			*2.00			
65.0	77.0	16.0	4.05	1.0	1.00〜2.50	1.50〜2.00	1.00〜2.00		3.00		
57.0	68.0	14.0	3.24	1.3	1.50〜2.50	1.50〜2.00			3.00		
58.0	70.0	15.0	3.44	2.1	1.50〜2.50	1.50〜2.00			3.00	4.00(2)	
57.0	69.0	15.0	2.95	0.7	1.50〜2.50	1.50〜2.00			3.00		
50.0	61.0	14.0	2.40	0.8	1.50〜2.50	1.50〜2.00			3.00		
52.0	63.0	14.0	2.45	0.4	1.50〜2.50	1.50〜2.00			3.00		6.00(1)
54.0	65.0	14.0	2.46	0.8	1.50〜2.50	1.50〜2.00			3.00		
53.0	64.0	14.0	2.70	1.5	1.50〜2.50	1.50〜2.00			3.00		
45.0	55.0	12.0	1.59	1.3	1.50〜2.50	1.50〜2.00			3.00		6.00(1)
47.0	58.0	13.0	1.86	1.6	1.50〜2.50	1.50〜2.00			3.00		

Scw……Stomach content weight
Bw……Body weight

は，体長と体高は1本の直線となるような関係である。しかし，マイワシでは，体長 24.0mm を屈折点とした2本の直線型になって体長の大きい方が急傾斜になっている。カタクチイワシでは，屈折点は，23.0 mm であって，マイワシと同じように急傾斜を示している。ミシマオコゼでは，曲線形になっている。これは，この種の稚魚は成長に伴って，体巾が次第に大きくなり，体形が回転楕円形になるので，体高の成長度が変化するものと考えられる。

このような場合，マイワシ，カタクチイワシでは，体長の小さい方の直線を取り扱うことにし，ミシマオコゼでは，直線で近似してあまり無理のない体長範囲を取り扱うことにして，

$y=ax+b$　　y………体高

x………体長

a，b はそれぞれの恒数

これより a 値を求めると，体長と体高との関係が明らかになる。

表，3.31 は，a の数値，Size preference上限値αmax，$\alpha max/a=\frac{PLmax^{*}}{y}\times 100$，及び，前章で求めた最大摂餌量指数 q の値を整理したものである。

恒数 a の大きさによって魚種を整理すると

第1群，a≒0.10 のものに，マイワシ，カタクチイワシ，サンマ，トビウオ類，サヨリ等があり，αmax も小さく，10%以下である。しかし，餌料生物の最大体長が捕食魚の体高に対する合割は，トビウオ類を除けば，60%台になっている。

第2群，a≒0.15 に，ギンポ型，シイラ，サギフエ，ヒメジ等がある。αmax 6.0〜12.5 となっているが，$\frac{\alpha max}{a}$はヒメジを除いては60台にあると考えてよい。

第3群，a≒0.25 に，マボラ，メジナ，マアジ，ヒラマサ，ブリ等があり，αmax は 10〜15.0 の範囲である。$\frac{\alpha max}{a}$では，マボラ，ブリが60台，その他は 40〜50 台となっている。

第3群，a≒0.33 に，カゴカキダイ，タカノハダイ，テンジクイサキ，カンパチ，チョウチョウウオ等がある。αmax は 12.5〜25.0 となっているが$\frac{\alpha max}{a}$は，カンパチの 73.5 を除けば，40〜50 程度と考えてよい。

第4群，a>0.38 で，体高の著しく大きい魚種に，オヤビッチヤ，ミシマオコゼ，カワハギ，イザリウオ等がある。$\frac{\alpha max}{a}$の値は，ミシマオコゼでは 107.1 で最も大きく，稚魚期より既にその貪食性をよく現わしている。

以上のように，体高と体長の比や αmax は種々の値を取るように見えるが，体高と最大餌生物の体長の

* PLmax………（1.54）餌料種の最大体長

Table 3.30 Body Length of Food Animals in mm. and (Number)

Predator	T.L	I.L	*Calanus*	*Scole.** *	*Oncea*	*Ribidocera*	Copepodid larva	Nauplius larva	F.W (g)
T.japonicus マアジ	mm	mm							
	17.0	—	1.0(72)						
	15.0	—	1.0(45)						0.00220
	14.0	—	1.0(56)						0.00135
	13.0	—	0.8(32)	0.8 (1)		1.0 (1)			0.00168
	12.5	—	(30)						
	11.2	—	(18)						
	10.0	—	(15)						0.00045
	7.5	—	0.8 (4)						
	T.L 2.5	—						0.20×0.17 (2)	
	7.0	—	0.8 (4)						
C.saira サンマ	12.0	6.0	1.0(10)	0.6 (6)					0.00034
	9.0	4.5	0.6~0.8(10)						
	7.0	4.0	0.6(12)						0.000084
	6.0	3.0	0.8×0.35(3)						
M.scolopax サギフエ	9.0	—	0.8(24)				0.4 (4)		
	8.0	—	1.0 (3)				0.7 (4)		
	8.0	—	0.8(10)						
	8.0	—	0.8 (7)		0.6(2)				
			0.6 (8)	0.6(1)					
	7.0	—	0.8 (3)						
	5.0	—	0.8 (1)						
			0.6 (2)						
Epinephelus spp. ハタの類	10.0	—					0.4 (3)		
L.spp. カナガシラ類	16.0	—						(*Euphausia*) 6.0 (1)	0.015
C.collaris チョウチョウウオ	7.0	—	0.8(20)						
	T.L 6.0	—	1.0 (2)						
	T.L 5.6	—	0.8 (1)		Settela	0.6 (2)			
	T.L 5.0	—	0.6 (3)		0.6 (1)				
A.vaigiensis オヤビッチャ	18.0							(Euphausia) 8.0 (3)	0.0108
	6.5		1.5 (5)						0.0005
	4.5		0.8 (1)		0.6 (1)				0.0002
	12.0		1.0(25)		0.8 (4)				0.0008
	11.0		1.0(18)		0.8 (5)				
	8.5				0.8(20)				0.0003
	4.0						0.25×0.09(3)		
C.hippurus シイラ	29.0					3.8×0.8(15)			0.024
	12.0			1.2 (3)					

	12.0 11.0 12.5		1.0(34)	1.2 (3)	1.0 (8)				0.0014
S.tapeinocephalus ゴマサバ	T.L 8.0 T.L 5.0 T.L 4.6 T.L 2.5 12.0						0.4(15) (マイワシ) 7.0 (1)	0.4 (1) 0.2 (2) 0.13×0.04 (1)	0.0008
S.japonicus マサバ	T.L 5.0 T.L 3.6		0.8 (3)					0.20×0.13 (1)	0.0005
U.japonicus ミシマオコゼ	14.0 10.0 8.0 8.0		1.2(12) 1.5(12)				(カタクチ7.0(3)) (カタクチ7.0(3))	(Euphausia) 7.0 (1)	0.0024 0.0024 0.00064 0.00032
S.melanosticta マイワシ	T.L 9.0 T.L 6.5 T.L 4.5						卵0.04 (5)	0.2 ×0.06 (4) 0.07×0.03 (2) 0.13 (1)	
G.punctata メジナ	8.5 8.0 14.0 13.0 9.0 T.L 6.5		0.6 (8) 1.2 (1) 1.0(30) 1.0(42) 1.0 (8)				0.25×0.06 (3)	0.12×0.06 (1)	0.000052 0.000052 0.0009 0.00126 0.00024
P.trilineatum イサキ	10.0 13.0 7.0 12.5 7.0 6.0		1.0 (5) 1.5(2)1.0(1) 0.8 (2) 1.2(15) 0.6(10) 0.6(10)						0.00015 0.00023 0.00078 0.000065 0.000065
K.cinerascens テンジクイサキ	12.0 9.5 8.5 8.0 7.8 7.0 7.0 6.0 T.L 2.9 T.L 2.6		1.0(30) 1.0(45) 1.2 (4) 1.0(25) 1.2(1)0.8(38) 1.0(20) 1.2(3)1.0(22) 1.0(14)	1.0 (2) 1.0 (5) 0.6(10)	0.8 (1)		0.20×0.06 (3)	0.13×0.04 (1)	0.00096 0.00135 0.000358 0.00075 0.00063 0.00066 0.000816 0.00042
M.strigatus カゴカキダイ	11.0 12.0 6.5 4.2		1.0(150) 2.0(4)1.2(8) 0.6 (8)					0.18×0.06 (6)	0.0045 0.00139 0.000052
S.quinqueradiata ブリ	11.0 8.3		1.5 (2) 0.6(10)1.5(5)	0.8 (1)					0.0002 0.00055

S.aureovittata ヒラマサ	13.0 11.5 7.0 7.0		2.5(1)1.2(3) 1.5(12) 0.6 (1) 0.6(40)		0.6 (3) 0.6 (1)				0.00064 0.0012 0.000014 0.00028
S.purpurascens カンパチ	11.5 10.0		1.0(34)2.0(5) 1.0(15)0.8(150)		 0.6(38)				0.00222 0.0026
G.zonatus タカノハダイ	9.0 7.0 11.0 6.0 T.L5.5		1.0(12) 0.6(10) 1.2(16) 0.8(10) 0.6(12)						0.00036 0.00007 0.00080 0.00015 0.000084
U.bensasi ヒメジ	20.0 26.0 20.0 22.0 16.0 7.0	0.8(10) 1.5 (2) 0.8(12) 1.0 (1)	1.0 (3) 0.6(20) 1.2(12) 1.2(32)	2.0 (2)					0.00009 0.00038 0.0006 0.00163 0.00035 0.00063
M.cephalus ボラ	11.0 6.0 12.0 8.0	1.5 (2) 0.6 (5) 1.0(40) 1.2 (2)		0.8 (4)					0.0005 0.000035 0.0012 0.00010
E.bipinnulata ツムブリ *D.maruadsi* マルアジ *H.orientalis* バショウカジキ	18.0 34.0 8.5		2.0 (2) 0.8 (3)				 ネズミギス10(1) 〃		0.00028 0.0025 0.0025
A.tridens イザリウオ	12.0 10.0 9.0		0.8 (1) 1.0 (5) 1.0 (5)						0.02 0.00051 0.0005
A.argentatus イシモチ トビウオ	9.0 7.0 13.0 35.0	 6.5	1.5 (6) 1.2(10) 1.2 (6) 2.0(10)						0.0006 0.0005 0.0003 0.0024
Hemiramphus spp. サヨリ	22.5		2.5(1)1.5 (3)						0.00077
Exocoetidae spp. トビウオ	22.0 14.0		2.0 (4) 1.5(5)0.8(52)						0.00096 0.00128

* *Scolecithtix*　I.L……Intestine length　F.W……Food weight

Table 3.31 Size Preference & q

Species	a	α max %	α max/a	Food of max.size	q
S.melanosticta マイワシ	0.10	6.1	61.0	Copepoda	—
E.japonica カタクチイワシ	0.08	5.4	67.5	〃	—
C.saira サンマ	0,13	8.0	61.5	〃	8.5
E.spp. トビウオ(単)	0.10	10.0	100.0	〃	3.2
E.spp. 〃 (複)	0.11	8.0	72.8	〃	—
H.spp. サヨリ	0.07	4.2	60.0	〃	7.7
D.trossulus ニジギンポ	0.20	11.5	57.5	〃	11.0
Blenninae spp. イソギンポ亜科	0.15	9.99	66.6	〃	—
C.hippurus シイラ	0.17	10.0	58.8	〃	9.6
M.cephalus ボラ	0.23	14.3	62.2	〃	4.0
M.scolopax サギフエ	0.18	12.5	69.4	〃	5.4
M.strigatus カゴカキダイ	0.32	12.5	39.0	〃	11.2
U.bensasi ヒメジ	0.16	6.0	37.5	〃	16.0
G.punctata メジナ	0.26	10.0	38.5	〃	11.2
G.zonatus タカノハダイ	0.31	12.0	38.9	〃	4.0
P.trilineatum イサキ	0.25	10.0	40.0	〃	3.8
K.cinerascens テンジクイサキ	0.31	15.38	50.2	〃	4.4
T.japonicus マアジ	0.26	12.5	48.0	〃	3.4
S.aureovittata ヒラマサ	0.26	13.3	51.1	〃	4.0
S.purpurascens カンパチ	0.34	25.0	73.5	〃	4.4
C.collaris チョウチョウウオ	0.34	16.7	49.1	〃	3.5
A.vaigiensis オヤビッチャ	0.45	33.3	74.0	〃	3.2
U.japonicus ミシマオコゼ	0.38	40.7	107.1	Euphausiaを Copepodaに換算	4.2
S.cirrhifer カワハギ	0.55	35.7	64.9	Copepoda	—
A.tridens イザリウオ	0.60	22.2	37.0	〃	—
S.quinqueradiata ブリ	0.23	15.1	65.5	〃	3.5

y=ax+b　　y……Body hight,　　x……Body length

αmax……Upper lim. of Size Preference

比では，約40のものと60のものとに大別でき，特殊なものとしてミシマオコゼのようなものがあるといえよう。

3.3° 知見の要約と問題点

a，海産魚の仔魚，稚魚は，その餌料として，浮游性甲殻類，特に浮游性の Copepoda に依存する度合が極めて大きく，仔魚の初期餌料は，主として Copepoda の幼虫のような，Micro-plankton のように思われ，この研究の過程では，Hervivorous の仔魚，稚魚は全く見られなかった。かかる点よりして，仔魚，稚魚は Filter Feeder ではなく，運動性のあるものを，自己の能力の範囲内で捕食する Deliberate Feeder であり，捕食し得る Copepoda 体長の上限は，捕食魚の体高の 40～60% の範囲の場合が多いようである。

b，発生海域で，仔魚，稚魚間の喰い合が起るのは極めて稀で，ゴマサバ，マルアジの稚魚がマイワシの稚魚を捕食していたのが1例，バショウカジキの稚魚がネズミキスの稚魚を捕食していた1例，ゴマサバの稚魚がカタクチイワシの稚魚を捕食していた2例，及び，ミシマオコゼの稚魚が，カタクチイワシの稚魚3尾を捕食していた2例があるに過ぎない。

c，一般に推定された最大摂餌量指数は，表，3.31に示したように小さい。稚魚期の日増重率は，2.32で数種について考察したように，極めて大きく，13.0～15.7% となっている。このような旺盛な成長を支えるためには，餌の転換効率を若魚と同じく 20%（畑中，堀田）と仮定すれば，摂餌量指数は 65～78.5 とならねばならない。体長の小さいものほど餌の転換効率が大きいとされているので，仮に40%を取っても，摂餌量指数は 32.5～39.8 となる。しかし，実際に推定されたものは，q=16.0 が最大となっている。このような状態が若し飽食の状態とすれば，1日に2回以上飽食しなければならないことになる。しかし，ここで，q の推定に使用した資料は，胃の内容物のみによっているので，既に腸管の移動して，原形が測定でき

ないものは除外されているのや，胃に充満している内容物が，非常に多くて，原形が明瞭でないものについては，充分な観察をしていない標本もあるので，実際の q の値は，16.0 よりも遙かに大きいと思われるが，ここでは充分な回答は得られなかった。

又，マイワシ，カタクチイワシ，ウルメイワシ，ネズミギス，マエソ属の仔魚のように消化管の構造が簡単なものでは，捕食している個体の割合も少く，空腹のものが多く，又，捕食している個体でも，その量は少い場合が多い。これを餌生物の不足によるとすることは疑問で，同時に採集される体高の大きい仔魚では，前記の仔魚が捕食しているものと同形の Copepodid larva や Nauplius larva を，多数捕食しているのは稀ではない。

この点については，イワシ類の仔魚のような消化管を持っている仔魚では，

i，消化力が特に強く，迅速に消化が進み，消化管内での移動が速く，短時間内に外部に排泄されるか。

ii，転換効率が特に大きく，多量の餌を必要としないか。

iii，他の捕食能力の大きな魚種に圧迫されて，捕食能力を充分に発揮することができないか。

以上の3つの設問に対する回答は，（ii）については何等の知見も得られていない。（i）及び（iii）については，後で考察することになる。

d，流れ藻を基盤とする稚魚，幼魚の成育場については，種々の重大な問題があると考えられるが，本研究ではほとんど考察できなかった。

4，成育海域（ Nursery area ）での食性

仔魚又は稚魚期の初期を浮游生活で過ごした稚魚は，游泳力の増大に伴って，その後の成育に好適な環境に移行するようである。例えば，ブリ，カンパチ等は，沿岸水塊と暖流水帯との潮目に移行し，この潮目に集まる流れ藻の保護下に入って，これを生活の基盤として成育している。ブリでは体長 15.0cm 内外の若魚も流れ藻付きの生活をしていることがある。カワハギ，イザリウオ等も流れ藻を成育の基盤としている。しかし，多くの魚種の稚魚，幼魚の成育海域は不明である。

ここでは浅海で操業する舟曳網，又は，小台網で漁獲される稚魚，幼魚（若魚）の群は，このような浅海を，成育海域としている群聚として，考察を進めることにした。

4.1° 主要魚種の体長組成

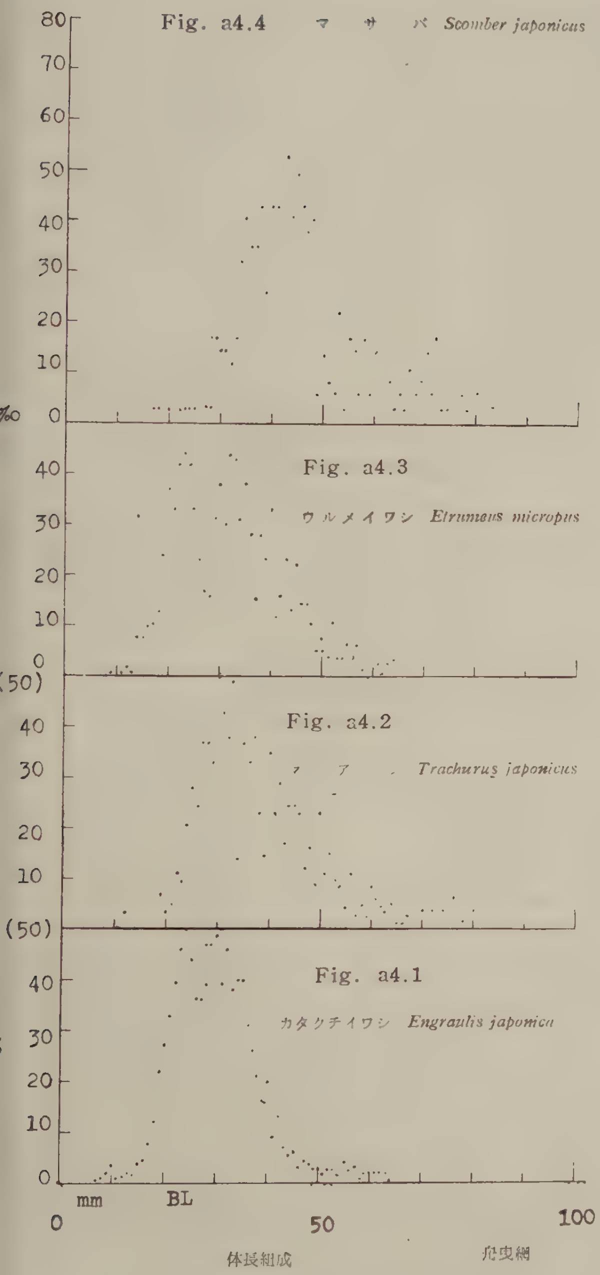
4.11 舟曳網の漁獲物

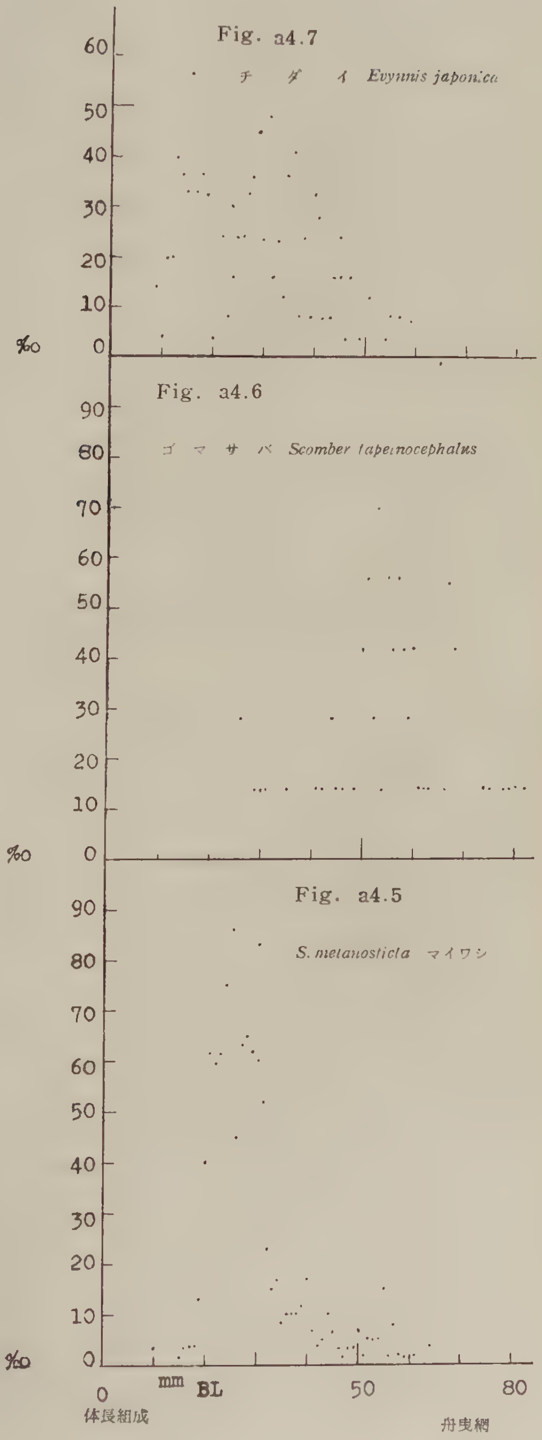
冬季より春季に亘って，比較的多く漁獲される魚種の魚種別の体長出現頻度を描くと，Fig.a4.1〜Fig.a4.10 のようになる。これらの図によって，体長の分布範囲，及び，Peak の位置を求むれば，表 4.1 のようになる。

標本の採集が有意に作用したチダイでは，体長頻度分布がやや不明瞭になっているが，全体的に見て，総ての魚種で，体長頻度分布は，単峯型の正規分布に近いものと考えてよかろう。

カタクチイワシでは，体長分布の範囲は，7.0〜64.0mm で，Peak の位置は小さい方に偏って，25.0 mm にある。マイワシでは，分布範囲は 10.0〜64.0mm で，Peak は小さい方に偏って，25.0mm にあるが，カタクチイワシほど偏ってはいない。ウルメイワシでは，マイワシとほぼ同様である。マアジでは，分布範囲は 12.0〜80.0mm で，Peak の位置は 33.0mm にあって，小さい方に偏っているように思えるが実際の感じとしては，大型の方に低い裾が長く引かれているようである。マサバでは，分布の範囲は，17.0〜83.0mm で，Peak は 43.0mm にあり，頻度分布曲線の尖度が大きい。ゴマサバでは，分布の範囲は 26.0〜82.0mm で Peak は 53.0mm となっている。チダイでは，分布範囲は 9.0〜57.0mm で，Peak は 16.0mm と 31.0mm にあるようになっているが，小さい方の Peak は，有意な標本採集によってできたものである。サビハゼ，ドロメ等は，前記の7種に比して，体型が小さく，Peak の尖度も極めて大きい。即ち限定された狭い範囲の体長群のみが，漁獲されるような状態にあるといえよう。

Body Length Composition caught by Boat seine





Body Length Composition caught by Boat seine

Fig. a4.8
サビハゼ
Sagamia genionema

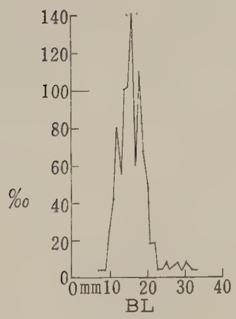


Fig. a4.9
ドロメ
Chasmichthys gulosus

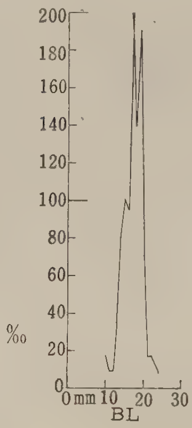
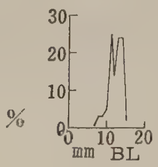


Fig. a4.10
ハゼ類（夏型）



以上のような体長組成を持つ魚類群聚が，舟曳網の漁場での主役をなすものと考えてよかろう。

4.12. 小台網の漁獲物

4月中旬頃から7月下旬までの間に敷設される小台網の漁獲物は，表1.3のような魚種組成となっている。これらの魚種の内で，比較的多く漁獲される魚種について，体長出現頻度分布を描くと，Fig. a4.11～Fig. a4.17 のようになる。又，体長分布の巾及び Peak の位置を表示すれば，表 4.2 のようになる。

Table 4.1 Body Length Composition of Catch(Boat seine)

Species	Sphere of Body Length	Peak
E.japonica カタクチイワシ	7.0 ～ 64.0 mm	25.0 mm
S.melanosticta マイワシ	10.0 ～ 64.0 mm	25.0
E.micropus ウルメイワシ	9.0 ～ 64.0 mm	25.0
T.japonicus マアジ	12.0 ～ 80.0 mm	33.0
S.japonicus マサバ	17.0 ～ 83.0 mm	43.0
S.tapeinocephalus ゴマサバ	26.0 ～ 82.0 mm	53.0
Ev.japonica チダイ	9.0 ～ 57.0 mm	31.0
S.genionema サビハゼ	7.0 ～ 33.0 mm	16.0
C.gulosus ドロメ	10.0 ～ 24.0 mm	18.0
Gobiidae spp. ハゼ類	7.0 ～ 15.0 mm	12.0

Table 4.2 Body Length Composition of Catch(Set net)

Species	Sphere of Body Length	Peak
S.melanosticta マイワシ	60.0 ～ 93.0 mm	76.0 mm
E.micropus ウルメイワシ	58.0 ～ 108.0	75.0
T.japonicus マアジ	27.0 ～ 98.0	60.0
S.japonicus マサバ	55.0 ～ 114.0	90.0
S.tapeinocephalus ゴマサバ	47.0 ～ 110.0	90.0
S.japonica ヤマトカマス	63.0 ～ 143.0	105.0
A.semilineatus ネンブツダイ	47.0 ～ 113.0	75.0
M.maculata ギンカガミ	19.0 ～ 48.0	30.0
S.boops ムツ	75.0 ～ 108.0	不明瞭

マイワシでは，体長分布の巾は，60.0〜93.0mm であって，舟曳網で漁獲される量が，著しく小さくなった体長群より，漁獲されるようになる。Peak は 76.0mm であって，幼稚魚期の成長の末期に近い体長群が，主として漁獲されている。ウルメイワシでは，分布の巾が，58.0〜108.0mm で，Peak の位置は 75.0mm にあり，マイワシと同様に，幼稚魚期の末期のものが漁獲されている。マアジでは，分布の巾は，27.0〜98.0mm となっているが，体長 80.0mm 以上の個体は少く，低い裾を長く引いた形を取っており，Peak は 60.0mm となっている。舟曳網の漁獲物の体長頻度分布と，Overlap するのは，体長 30.0〜50.0mm の範囲である。小台網の漁獲物の主群は，マアジでも幼稚期の成長の末期のものである。マサバでは，体長分布の巾は 55.0〜114.0mm で，Peak は 90.0mm にある。舟曳網の漁獲物の体長分布と Overlap するのは，55.0〜83.0mm であるが，ともに右及び左の低い裾の部が，重なり合うだけで，両者の主群は，明らかに分離されている。ゴマサバでは，体長分布の巾は 47.0〜110.0mm で Peak は 90.0 mm となって舟曳網の漁獲物の体長分布と Overlap する巾は，50〜80mm で広く，Overlap する程度も大きいように思えて，マサバとやや異った形となる。即ち，ホンサバでは，舟曳網の漁獲物は，小さい方に偏り，小台網の漁獲物は，大きい方に偏るような，体長分布しているが，ゴマサバでは，舟曳網の漁獲物の体長分布が，マサバより大きい方に移り，小台網の漁獲物では，マサバより小さい方に偏っている。これは両種の発生時期の差異，又は，発生海域の相違等に由来するのではなかろうか。しかし，両種とも，小台網では，幼稚期の成長の末期のものが，主として漁獲されていると考えてよかろう。これらの外に，体長分布の巾 63.0〜143.0mm，Peak が 105.0mm の 体長頻度分布を持つヤマトカマスの群，体長頻度分布に，巾 47.0〜113.0mm，Peak を 75.0mm とするネンブツダイ等が加わり，更にギンカガミの幼魚で，体長 19.0〜48.0mm のものや，体長 7.50〜108.0mm のムツも参加してくる。

小台網の漁獲での，魚類の聚落は，漁獲物として出現するもののみで，形成されているのではなく，小台網の撰択性外にある小型の魚種，即ち，ハゼの類，イワシ類のシラス等の存在も考慮されねばならない。

Body Length Composition caught by Set net

Fig. a4.11 マアジ *Trachurus japonicus*

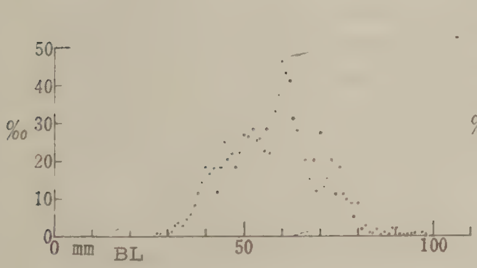


Fig. a4.13 ヤマトカマス *Sphyraena japonica*

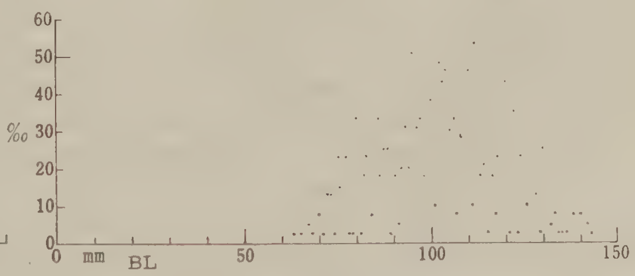


Fig. a4.12 マサバ *Scomber japonicus*

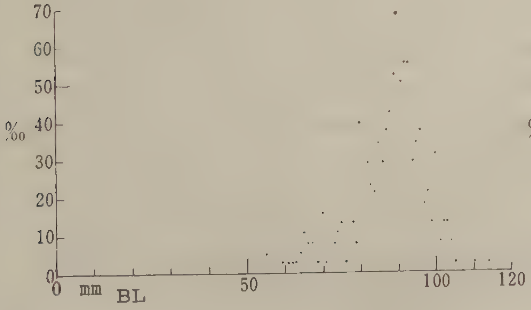
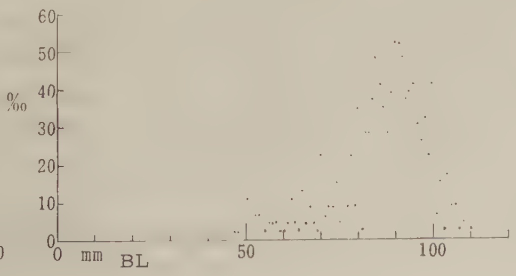


Fig. a4.14 ゴマサバ *Scomber tapeinocephalus*



Body Length Composition caught by Set net

Fig. a4.15 マイワシ *Sardinops melanosticta*

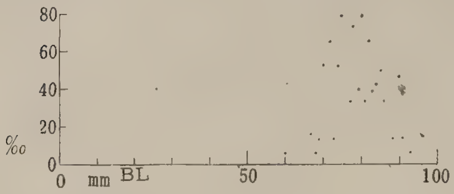


Fig. a4.16 ウルメイワシ *Etrumeus micropus*

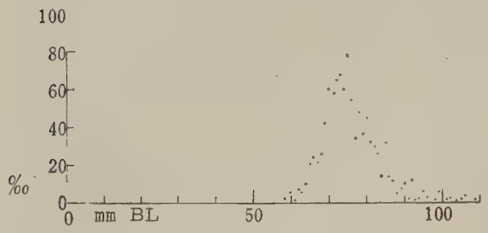
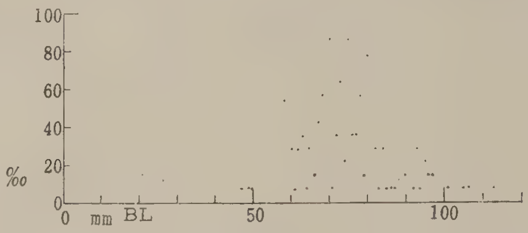


Fig. a4.16′ ネンブツダイ *Apogon semilineatus*



4.2° 群群食率（r）

1.52 に記述した方法で計算した群捕食率の出現頻度を，百分率として整理すれば，表 4.3 より表 4.9 のようになる。

4.21 舟曳網の漁獲物

表 4.3 は舟曳網で漁獲された40種について，群捕食率の出現頻度を整理したものであるが，11種は，調査群数が 1 ケであり，6 種では，群数が 2 ケに過ぎないので，これらの魚種では，説明を省略する。

群捕食率で，0 の割合が最も多い魚種は，オキエソとシロウオであり，ミミイカ，ジンドウイカでも空胃の群が多く見られた。オキエソで空胃の個体が多いことは，発生海域とも共通の現象である。シロウオは小型魚というべきもので，卵巣卵の発達しているものが多いので，決して幼稚魚とはいえない。ミミイカの幼虫が，カエリ型に近いカタクチイワシの稚魚に，咬み付いているのは，しばしば見受けられるので，相当貪食と思えるが，この種に空胃のものが多いのは，処理の誤りによるものであろうか。Leptocephalus 類で，腸管に餌料生物を持つ個体は，全然発見できなかった。次に群捕食率 0 の出現頻度が多いものに，マイワシ，ウルメイワシ，カタクチイワシ，マエソ，サビハゼ，ハゼの類，テンジクダイ，スルメイカ等がある。これらの種類について，群捕食率の大きい方，即ち，91〜100 の出現頻度を見ると，ハゼの類が最小で 18.8% となり，全般的に群捕食率が小さいといえよう。マイワシ，ウルメイワシ，カタクチイワシ，マエソ，サビハゼ，スルメイカ等では，群捕食率は 40〜57% の範囲内であって，約半数の群では，ほぼ全個体が摂餌していたと考えてよかろう。そうして，0 と 100% との中間の各段階のものが，ほぼ均等に分布しているといってよかろう。テンジクイサキでは，0 と 100 のみで，中間のものが出ていない。群捕食率 0 の出現頻度が，10% 以下の魚種に，ドロメ，アユ，マアジ，キス等がある。これらの魚種について，群捕食率 91〜100 の出現状況を見ると，ドロメでは 55% で最も小さく，中間の群も相当多いということになり一般のハゼ類と同様な傾向を示すものであろう。アユでは80%で，相当大きく，中間のものが少い。マアジ，キスでもほぼ同じような傾向にあるといえよう。群捕食率 0 の群の出現が全くなかった魚種に，ゴマサバ，マサバ，チダイ，ヤマトカマス，ボラ等がある。この内群捕食率 91〜100 の出現頻度が 100% のものは，ボラのみであったのは，この種の胃は幽門部が特に発達していて，この部分に餌生物が残存する時間が長いためと思われる。他の 4 種では，群捕食率 81〜90 の出現頻度を合計すれば，100% となって，小さな

Table 4.3 Frequency of Group Feeding Rate (Boat seine)

species	g.no.	0	~10	~20	~30	~40	~50	~60	~70	~80	~90	~100
S.melanosticta マイワシ	70	18.5	1.4	1.4	2.8		8.6		8.6	4.3		54.3
E.micropus ウルメイワシ	126	24.6	2.4	3.2	5.5	5.5	4.0	3.2	0.8	2.4	3.2	45.2
E.japonica カタクチイワシ	328	16.2	6.4	1.8	4.3	5.8	4.3	3.0	5.8	4.6	7.6	40.2
T.myops オキエソ	7	57.1					14.3					28.6
S.undosquamis マエソ	11	27.2								9.0	9.0	54.7
S.genionema サビハゼ	39	12.8	2.6	2.6	2.6	5.1	2.6	5.1	2.6	15.4	5.1	43.5
C.gulosus ドロメ	20	5.0		15.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0			55.0
L.petersi シロウオ	8	62.5						25.0				12.5
Gobiidac spp. ハゼの類	16	12.5			6.2	12.5	12.5	18.8	12.5	6.2		18.8
P.altivelis アユ	35	2.8			2.8		5.6			2.8	5.6	80.0
S.tapeinocephalus ゴマサバ	21									9.5		90.5
S japonicus マサバ	30								3.3			96.7
Bleniinae spp. ギンポ型	2											100.0
O.elegans ナベカ	1								100.0			
T.japonicus マアジ	90	1.1		2.2		4.4	3.3	3.3		3.3	4.4	78.0
D.maruadsi マルアジ	2											100.0
L.nuchalis ヒイラギ	2	50.0										50.0
Ev japonica チダイ	27										3.7	96.3
M.macrocephalus クロダイ	1											100.0
A.lineatus テンジクダイ	4	25.0										75.0
P.macracanthus キントキダイ	1											100.0
O fasciatus イシダイ	1	100.0										
S.pinguis アカカマス	1											100.0
S japonica ヤマトカマス	5										20.0	80.0
P.trilineatum イサキ	1						100.0					
T.lepturus タチウオ	2											100.0
S.sihama キス	21	9.5					4.8			4.8		80.9
S.fuscescens アイゴ	1											100.0
T.cuvieri ウロコイボダイ	1											100.0
A.bleekeri トウゴロイワシ	2											100.0
L.lunaris サバフグ	1											100.0
P.anguillaris ゴンズイ	1											100.0
C.sokonumeri ソコヌメリ	1	100.0										
Leptocephalus レプトセハールス(無足)	13	100.0										
Leptocephalus (*Elopina*) 〃 カライワシ類	2	100.0										
M.cephalus ボラ	4											100.0
L.japonica ジンドウイカ	15	80.0										20.0
O.sloani スルメイカ	7	14.3					14.3			14.3		57.1
E.morsei ミミイカ	3	66.7					33.3					

*g.no. group numbers

Table 4.4 Frequency of Group Feeding Rate, Anchovy (Boat seine)

Month	g.no.	0	~10	~20	~30	~40	~50	~60	~70	~80	~90	~100
1	38	23.7	7.9	2.6		5.3	2.6	2.6	2.6	2.6	5.3	44.8
2	43	14.0	2.3	2.3	7.0	4.7	9.2	2.3	7.0		9.2	42.0
3	57	22.8	17.5	3.5	1.8	7.0	3.5	1.8	1.8	5.2	3.5	31.6
4	52	38.4	5.8	1.9	7.7	1.9	1.9	3.8	1.9		5.8	30.9
5	2							50.0				50.0
6	5	40.0			20.0							40.0
7	17		11.8		11.8		5.8	11.8		17.6	11.8	29.4
8	33				3.0	12.1	6.1		9.1	6.1	15.1	48.5
9	16			6.2		12.5	6.2	6.2	6.2	12.5	18.8	31.4
10	26	3.8	3.8		7.8	3.8		3.8	7.8	7.8	3.8	57.6
11	8						12.5		37.5	12.5	12.5	25.0
12	31	6.4	3.2			9.7	3.2		12.9	3.2	6.4	55.0
計	328	16.2	6.4	1.8	4.3	5.8	4.3	3.0	5.8	4.6	7.6	40.2

Table 4.5 Frequency of Group Feeding Rate (Set net Apr.)

Species \ rate / g.no.	g.no.	0	~10	~20	~30	~40	~50	~60	~70	~80	~90	~100
ウルメ	24	4.2			4.2		4.2	4.2		4.2		79.0
マイワシ	3											100.0
カタクチ	8											100.0
マエソ	3							33.3	33,3			33.3
サッパ	1											100.0
マサバ	19		5.3				5.3	5.3				84.1
ゴマサバ	10								20,0			80.0
ネンブツダイ	8						12.5			12.5		75.0
ムツ	6									33.3		66.7
マアジ	37	5.4		2.7	2.7			5.4	5.4	2.7	5.4	70.3
ヒイラギ	5	80.0										20.0
オキヒイラギ	3	66.7										33.3
ソコヌメリ	1											100.0
スルメイカ	1											100.0
ジンドウイカ	1	100.0										

Table 4.6 Frequency of Group Feeding Rate(Set net May & June m.h.)

Species \ rate / g.no	g.no	0	~10	~20	~30	~40	~50	~60	~70	~80	~90	~100
ゴマサバ	13					8.0	8.0			22.0	8.0	53.0
マサバ	18	5.0						11.0	11.0	5.0		67.0
マアジ	44	32.0	4.0	4.0	7.0	2.0	4.0		4.0	7.0	9.0	27.0
イトヒキアジ	2			50.0								50.0
オキヒイラギ	8	50.0	12.0					12.0				25.0
ヒイラギ	5	100.0										
マイワシ	7	43.0										57.0
ウルメ	21	5.0		5.0			5.0		5.0		9.0	71.0
カタクチ	14	44.0					14.0				7.0	35.0
サッパ	9	33.0										67.0
オキエソ	7	14.0					14.0					72.0
トビウオ	10	100.0										
ネンブツダイ	16	12.0					6.0	6.0		12.0		64.0
ムツ	18	23.0					11.0	11.0	5.0	11.0	5.0	34.0
タチウオ (大)	8	12.0										88.0
〃 (小)	7	14.0		14.0	43.0							29.0
アカカマス	11	18.0										82.0
ヤマトカマス	10	10.0			20.0		10.0	10.0		20.0		30.0

Table 4.7 Frequency of Group Feeding Rate(Set net May & June evening)

Species \ rate / g.no.	g.no.	0	~10	~20	~30	~40	~50	~60	~70	~80	~90	~100
ゴマサバ	18										16.0	84.0
マサバ	15									14.0		86.0
マアジ	48	12.0	4.0	2.0	4.0			2.0	4.0	8.0	8.0	56.0
イトヒキアジ	3											100.0
オキヒイラギ	2	50.0										50.0
ヒイラギ	2	100 0										
マイワシ	12	8.0										92.0
ウルメ	30							3.0	3.0	3.0	3.0	87.0
カタクチ	11	27.0							9.0			64.0
サッパ	8	50.0										50.0
オキエソ	6	33.0					17.0	17.0				33.0
トビウオ	4	100.0										
ネンブツダイ	3							33.0				67.0
ムツ	9	33.0									11.0	45.0
タチウオ (大)	0											
〃 (小)	3	100.0										
アカカマス	0											
ヤマトカマス	23	9.0	9.0	18.0	13.0	21.0	4.0		4.0	4.0		18.0

Table 4.8 Frequency of Group Feeding Rate (Set net July morning)

species \ rate	g.no.	0	~10	~20	~30	~40	~50	~60	~70	~80	~90	~100
マ　ア　ジ	21	33.0			5.0			9.0		14.0	24.0	14.0
ギンカガミ	11	9.0					36.0	9.0		9.0	9.0	27.0
ウ　ル　メ	12				8.0				17.0	8.0		67.0
ヤマトカマス	8	63.0						12.0				25.0
アカカマス	7	71.0			14.0		14.0					
ム　ツ	6	17.0		50.0								33.0
トビササウシノシタ	4											100.0
ネンブツダイ	6						16.0	16.0		16.0		52.0
マイワシ	3											100.0
タチウオ（大）	3									33.0		67.0
イトヒキアジ	3							33.0				67.0
カイワリ	3	100.0										
タチウオ（小）	4	25.0					25.0	25.0				25.0
カタクチ	6	16.0						16.0				68.0
イ　サ　キ	5	20.0							20.0			60.0

Table 4.9 Frequency of Group Feeding Rate (Set net July evening)

species \ rate	g.no.	0	~10	~20	~30	~40	~50	~60	~70	~80	~90	~100
ウ　ル　メ	19	11.0								5.0	5.0	78.0
マ　ア　ジ	12	8.0					8.0		8.0	8.0	25.0	41.0
ギンカガミ	10	30.0							20.0			50.0
ヤマトカマス	8	25.0					37.0					37.0
アカカマス	3	33.0										67.0
カンパチ	4											100.0
ヒ　メ　ジ	4											100.0
ソコヌメリ	4							25.0				75.0
ダルマガレイ	3	33.0										67.0
カタクチ	5											100.0
スルメイカ	3	33.0										67.0

群捕食率は見られない。この4種は，Nursery area では捕食能力の大きな魚種と考えてよかろう。

このような群捕食率を尺度として，捕食能力を計り，最小の魚種より順序に配列すると Leptocephalus＜マエソ属の種魚＜イワシ類，ハゼ類の稚魚＜マアジ，アユ，キス＜サバ類，チダイ，ヤマトカマス等の稚魚となる。

このような序列が見掛上にしても認められるのは，一応次のように要約できる。

i，Straight-gut のものは群捕食率が小さい。

ii，体形の小さい魚種では群捕食率が小さい。

iii，運動力の弱い魚種では群捕食率が小さい。

この3項目に対する回答を与えるには，次の課題が提出される。

i，Straight-gut の消化力が強い。

ii，小型魚種の捕食し得る餌料の量の多少。

iii，他の優勢魚種の圧迫。

以上の課題に対する解決を準備するためにカタクチイワシについて，更に考察を進める。表4.4は，周年に亘って調査したカタクチイワシの群捕食率を，月別に整理したものである。この表によると，5月，6月のように群数の少い月を除外して，月別の群捕食率の出現頻度の分布を見ると，0の出現頻度が，2月より4月までの間は次第に多くなり，7月～11月の夏季及び秋季では，全く出現しないが，12月になると，0の出現が見られ，1月では相当大きな出現度数を示すようになる。又，出現頻度分布の概況を見ると，夏，秋では，群捕食率の大きい方の分布の割合が多い。即ち～60以上の割合が，次のようになる。

7月,	70.6	12月,	77.5
8月,	78.8	1月,	57.8
9月,	75.1	2月,	60.5
10月,	81.8	3月,	43.8
11月,	86.5	4月,	41.8

この値は7月より次第に増加し，11月に最大となり，12月より減少し始め，4月に最小となって行く。この表と表1.2とを対比すると，次のようなことが言える。4月には，多くの競争的な魚種が混存している。しかも，サバ類やアジ類の稚魚のような強力と思われる競争者がいる。サバ類の圧迫は，5月で解消するが，アジ類の圧迫は，マルアジの出現によって，8月まで続き，9，10月では競争相手としては，少数のキスとマエソとになり，11月ではウルメの早期稚魚やネズミギス，ハゼ等の弱敵ばかりであるが，12月になると，ウルメも成長し，チダイ，キス等の強敵と思われる稚魚，幼魚が出現してくる。1月以降は，多く競争種が出現して，競争は色々な形で行われることになろう。

このような魚種間の競合が，群捕食率の大きさに影響を与えることは，一応是認されてよかろう。

次に消化速度に関する観察の1例を挙げよう。標本は上々呂港内の桟橋附近で操業した舟曳網漁船より，揚網後直に採集したものである。昭和33年6月28日12時10分，揚網後直に体長 30mm 内外の標本を採集し，この内で腸管に餌生物が充満し，外観で腸管が橙色を呈しているもの5尾を撰び，シャーレーに収容して，海水に滲し，腸管の内容物の移動を観察した。このような準備を完了したのは12時15分であった。観察開始後直に供試個体全尾数の肛門部に排泄物が見られるようになった。12時30分には，多くの排泄物は見られたが，4尾の供試個体では，排泄作用が停止されたようであって，その後排泄物の移動は見られなくなった。残りのただ1尾のみ，肛門よりの排泄がつづき，12時45分には，直腸部に僅に残屑を認めるのみになった。これによると，死後でも，腸管に充満している餌生物は，相当短時間内に消化され，体外に排泄されることが実証された。このような消化に要する時間は，温度によって異るとは思われる。

イワシ類の稚魚の Straight-gut と，胃が分化した以後の腸とは相当性格なり作用なりが異っているように思え，その最も顕著なものはカタクチイワシで，既に2.11で記述したように，全長 23.0mm までの稚魚では，腸管は2段構造が顕著に見られる。次に全長 40.0mm 以上になって，胃の分化がほぼ完了する頃になると，腸管の直径は小さくなり，長さが急に伸びに紆曲するようになり，色彩も黒褐色に変化する。このような形態上の変化は，重要な生理作用の変化を伴っているものと考えられる。

以上のように，不充分ながら，課題 i と iii に対する解決の緒が得られた。

4.22, 小台網の漁獲物

小台網は早朝（5～6時）に揚網する朝持ちと，17時頃に揚網する夕持ちとに区別して取扱うべきであったが，4月は不注意で区別できなかった。7月の漁獲物は，5，6月の魚種組成と相違しているので，それぞれを別表に整理し，表 4.5～表4.9 を得た。

4月の状況（表4.5.）

群捕食率に0の出現頻度の大きい魚種は，ヒイラギ，オキヒイラギで，それぞれ 80.0%，66.7% となっている。しかも，中間の数値がなく，残余は群捕食率が100に近い。次に0の出現が見られるのは，ウルメイワシとマアジで，4～5％程度である。群捕食率 91～100 の出現頻度が 100% の魚種に，マイワシ，カタクチイワシがある。舟曳網の漁獲物に比較して，群捕食率が大きい。70～80% の魚種には，ウルメイワシ，ゴマサバ，マサバ，マアジ等がある。これを舟曳網の漁獲物に比較すると，ウルメイワシでは大きく，他の魚種では小さくなっている。マエソでは，群としては，捕食率0のものはないが，個体としては，空胃のものが相当数あったといえる。

5.6月の朝持ち（表4.6）

群捕食率0の群が見られないのは，ゴマサバとイトヒキアジの2種に過ぎない。他の魚種では出現割合に大小の差はあれ，0の群が見られ，出現割合の小さい魚種に，ウルメイワシ，マサバ，ヤマトカマス，タチ

ウオ，オキエソ等があり，大きい魚種に，マアジ，オキヒイラギ，マイワシ，カタクチイワシ，サッパ等がある。ムツはその中間である。この外にヒイラギでは0が100%となっている。

群捕食率100の出現頻度は，アカカマス，タチウオでは82.0〜88.0%で，比較的大きく，サバ類，マイワシ，ウルメイワシ，サッパ，オキエソ，ネンブツダイ，イトヒキアジ等では，50〜72%となりやや大きい方である。残余の魚種では，35%となって小さい。特にマアジ，カタクチイワシ，ヤマトカマスが，その仲間入りしているのに注目させられる。

全般的に見て，4月の漁獲物に比して，5，6月の朝持ちの漁獲物は，群捕食率が遙かに小さいといえよう。

5，6月の夕持ち（表4 7）

ヤマトカマス，オキエソを除いた魚種では，マアジに群捕食率0の群が12%出現しているが，空胃になっている個体でも，そのほとんど全ての腸には，砕粉された餌料物が充満している。従って夕方になると，新しい摂餌を停止し，胃の内容物は腸に移行するようになると考えられる。これに反し，朝網の漁獲物では，空胃のものは，腸にも餌料物は認められない。従って，明らかに摂餌開始前のものといえる。このように，朝5〜6時頃より次第に摂餌を始めるようになり，夕刻になって中止することが，比較的明瞭に認められる魚種に，マイワシ，カタクチイワシ，イトヒキアジ等があり，朝と夕方との群捕食率の差が大きい。サバ類やウルメイワシもほぼ同様の傾向はあるが，摂餌開始の時刻が，マアジよりも早いようである。このことは，昭和33年4月19日の金環食の時に得られた資料でも考察されている。（後述）

上述のような摂餌の日週期性が不明瞭な魚種に，ヤマトカマス，ムツ，ネンブツダイ，オキエソ等がある。これ等の魚種は，何れも魚食種に属するもので，常に空胃の個体が多く見られることは，通山（1958），林（1957〜1958）がマエソ属の魚種について指摘している。

オキヒイラギとヒイラギの群捕食率が，常に小さくなっていることを，説明する資料は得られていない。

7月の朝持ち

7月になって新に参加したものに，ギンカガミのような南方系のもの，トビササウシノシタのような底棲魚がある。マイワシ，ウルメイワシ，カタクチイワシ等の群捕食率が，5，6月の朝持ちより大きいのは，日の出時刻が早くなったためと考える。マアジの群捕食率が著しく低下しているのは，日週期性にのみによるものと考えられないで，この月では，ウルメイワシが優勢を示して，マアジが圧迫されたように考えられる。この点は後に考察する。タチウオは，夕持ちで漁獲されることは稀で，多くは朝持ちで漁獲されているが，群捕食率は常にあまり大きくはない。トビササウシノシタの群捕食率が大きいのは注目される。その他の魚種では，概ね既述の通りである。

7月の夕持ち

マイワシは姿を見せず，ウルメイワシが成長して，最優勢になっているように思える。新にヒメジ，カンパチの幼魚が参加してくる。マアジの群捕食率は，5，6月の夕持ちの漁獲物に比して著しく小さい。ギンカガミでは，0の群と100の群とが，ともに朝持ちのものより多くなっているが，一方的な傾向性は認め難い。

以上のように，小台網の漁獲物では，揚網時刻が毎日ほぼ一定で，朝と夕方に行われるので，食性の日週期性が，比較的明瞭に捉えられるし，明らかに昼間のみ摂餌すると思われる魚種に，サバ類，アジ類，イワシ類がある。イワシ類の群捕食率が，舟曳網の漁獲物より著しく大きい。これは両者の体長組成の相違によるもので（4.1°），小台網で漁獲されるイワシ類では，胃の分化の完了した体形のものが，大部分であるに反し，舟曳網で漁獲されるものには，Straight-gut 期のものが多い。

マアジの群捕食率が，月を経るに従って減少するのは，ウルメイワシとの成長度差によって（表2.4），体形が次第に劣勢になるためのように思える。

4.3° 摂 餌 量。

各魚種の日摂餌量を推定し，さきに記述した日成長度との関係を考察しよう。日摂餌量を推定するには，

1回の飽食量と1日に何回飽食状態になるかを，判定されねばならない。各標本の摂餌の状態を，数的に表現するには，1.5.3 で定義した摂餌量指数によることにした。

4.31，摂餌量指数の出現状況

表 4.10 の左側は，胃の中に存在していた餌料魚種の体長別個体数を，それぞれの体長に対応する体重とによって，計算した重量に基いて算定した指数である。従って捕食されている魚種が，全く消化されていないときの指数である。右側は実際の測定値で求められた指数である。両側の指数の分布状況を比較しながら，考察を進める。

マアジ。

小台網の漁獲物では，右側の表では，指数0～1のものが圧倒的に多く，全体の 87.6% を占め，指数1～2のものが 5.1% となり，残余の 5.1% が 4～7 の間にあり，最大の指数は，7.0 である。しかし，左側では 0～1 のものが43で全体の 36% を占めていて，右より著しく少い。指数の分布は 11 まで連続しているが，それ以上のものでは，不連続な分布となり，最大は28となっている。この両側を対照すると，前章で記述したように，小台網の夕持ちの漁獲物では，消化が進んでいる個体が多いといえよう。ここで，合理的な最大指数として，どの値を取るか，飛び離れた大きな数値は偶然的なものか，等の問題がある。後者については，マサバの項で考察する。合理的な最大指数は，連続分布している数値の最大のものを取ることにして，11～13 の間にあると想定する。

舟曳網の漁獲物では，右側の表では，指数2～5の出現頻度が多く，15 まで連続分布で，最大が 20 となっている。左側の表でも，大差ない出現頻度分布が見られ，最大は21となっているので，指数の最大は，20～21 であろう。

ウルメイワシ。

小台網の漁獲物では，右側の表では指数1の出現頻度が，54.0% で大きく，分布の上限は5となっているが，左側の表では，指数1の出現頻度は 30.6% に減少している。これは，消化が進んでいて，秤量できない餌生物でも，体長によって体重が推定できるためである。頻度分布は，指数19まで連続的である。従って最大指数を 19 と想定する。

舟曳網の漁獲物では，指数3の出現頻度が最も多く 33.6%，次に指数 2が 21.3%，1 が 15.5%，4が 8.8% となって，最大が 10 となっている。舟曳網で漁獲されるウルメイワシは，魚類を捕食していることが少いので，左側の表は使用価値が少い。Copepoda 等については，体長より体重の推定はやってない。しかしマアジの例によると，舟曳網の漁獲物では，指数の最大値は，左右両表間で，大なる差は認められていない。従ってウルメイワシでも同様であるとして，最大指数として，10 を採用しょう。

ゴマサバ。

右側の方には記入していない。これは，昭和31年までは秤量器の準備がなかったためである。左側の表では，指数はほぼ一様分布に近い頻度分布をしていて，指数 20 まで連続分布をし，その後は，飛石的な分布となり，最大は 56 となっている。これをそのまま受け取れば，体重の ½ 以上の重量の餌を取って飽食するということになる。このようなことになる理由を，マサバの例を取って説明しょう。

体長 80.0mm，体重 5.48g のマサバで，胃内容物重量が 1.22g であった。従って，摂餌指数は $q=\frac{1.22}{5.48}\times100=22.3$ となる。しかし，この胃の内容物を見ると，消化があまり進んでいないカタクチイワシで，体長 31.0mm 1尾，24.0mm 4尾，18.0mm 2尾，10.0mm 1尾及びサビハゼ体長 12.0mm 2尾があって，これらの実測重量は 0.56g であった。これ等について体長に対応する体重を求むると，

$$0.21+0.066\times4+0.024\times2+0.0028+0.016\times2=0.58\text{g}$$

この外に消化の進んだ 0.66g の餌があって，その内容は，カタクチイワシ体長 26.0mm 6尾，体長 22.0mm 20尾，サビハゼ体長 16.0mm 2尾となっている。これらについて前と同じような計算をすると，

$$0.09\times6+0.05\times20+0.044\times2=1.628\text{g}$$

$0.58+1.628=2.208\text{g}$ となる。これによって $q=\frac{2.208}{5.48}\times100=40.4$

Table 4.10

$\frac{S.C.W}{B.W}\times 100$ Predation on Fishes (Estimated Body Weight by Body Length

$\frac{S.C.W}{B.W}\times 100$ \ Species nume	*T.japonicus* Set net	*T.japonicus* Boat seine	*E.micropus* Set net	″ Boat seine	*S.tapeinocephalus* Set net	″ Boat seine	*S.japonicus* Set net	″ Boat seine	*S.pinguis* Set net	″ Boat seine	Lizard fish Set net	″ Boat seine	*S.boops* Set net	Anchovy Set net	″ Boat seine	Sardine set net	Sardine Boat seine	*S.japonica* Set net	″ Boat seine	*A.semilineatus* Set net	*T.lepturus* Set net	″ Boat seine	*P.altivelis* Boat seine	*D.maruadsi* Boat seine	*S.genionema* Boat seine
~ 1	43	28	60	4	3	0	1	1	0		2	1	1		2	1	1	5	0	4	1	1	15		2
2	21	37	32	3	5	6	0	0	0		1	2	1		4			14	1	5	1		2		1
3	10	36	20	3	4	5	2	4	3		2	2	3	1	3			10	2	6	2		2	3	1
4	11	31	16	0	2	3	1	4	0	1	0	1	1		6		1	5	0	7	0		3	2	1
5	2	20	18	2	5	6	1	2	1	1	1	0	4		2			7	0	5	2			1	0
6	7	14	12		1	4	0	3	1		1	2	1		2			4	1	0	0			1	3
7	7	12	6		1	3	3	4	1		2	0	2			1		4	1	6	1	1		0	
8	7	9	10		4	3	0	8	0		0	2	17		1			1	1	4	2			2	
9	2	5	7		1	8	1	7	1		0	3	8	1				8	0	3	0		1	0	
10	2	7	4		3	5	4	1			1		3		1			1	3	4	2		0	4	
11	1	3	3		0	4	7	2			1		5					5	0	3	1		0	1	
12	0	2	2		5	6	3	4			1		4					4	0	1	1		1		
13	1		1		0	2	2	2					2		1			5	0	1	2	1			
14	0		1		1	3	3	2				1	4			1		4	0	0	0				
15	0	4	2		2	1	1	6					3		1	1		2	1	1	0			1	
16	1		2		1	1	2	3					1					4	0		0				
17	0		1		2	4	1	3					2					3	1						
18	0	1	1		0		1	1					1			1		1	0		0			1	
19	1		1		1	2	2	1					3					2	0		1				
20	0	1			3		2	0					1					2	0		1				
21	1	1					1	1					3					2	1						
22							0						0					2	0						
23							1					1	1		1			2	1						
24	1					1	3						0					2	0						
25							0	3					0					2	0	1					
26					1		1	0					1					2	1						
27	1						1	1					0					2			1				
28	1				1	1	0	0					1												
29							0	0					0					1							
30							0	1					0					0							
31							1						1					1							
32					1		1						1					1		1					
33																									
34							2																		
35							2																		
36																		2							
37																									
38																									
39																									
40																		1							
41																									
42							1																		
43																									
44							2																		
45					1																				
46																									
47																									
48																									
49																									
50																									
51																									
52	1																								
53																									
54																									
55																									
56					1																				

)			Estimated from Stomach Contents Weight																				
C.gulosus Boat seine	*s.sihama* Boat seine	*E.japonica* Boat seine	*T.japonicus* Set net	*T.japouicus* Boat seine	*E.micropus* Set net	〃 Boat seine	Jack mackerel Boat seine	*S.japonicus* Set net	〃 Boat seine	*S.boops* Set net	*A.semilineatus* Set net	*L.nuchalis* Set net	*H.zunasi* Set net	Sardine Set net	〃 Boat seine	Anchovy Set net	〃 Boat séine	*T.lepturus* Boat seine	*E.japonica* Boat seine	*P.altivelis* Boat seine	*S.sihama* Boat seine	*T.myops* Boat seine	*S.japonica* Boat siene
	6		86	16	70	35		15	1	0		1	1		5	3	148		13	15	21	0	
	1		5	33	38	48		19	1	3	1				26	2	126		16	28	19	2	
	0	1	0	29	17	76		13	1	1	2			1	40		67		30	28	10		2
1	1	1	1	27	4	20		10	1	5					46		13		23	17	2		
		0	2	17		16		17	3	3					15		14		19	13	1	1	3
		1	2	13		7		4	2						10		11		17	9	2		1
			1	6		8		2	3								6		18	5		1	
				7		2			9						2		3		12	2			2
				1		3	1	1	8	1					3		2		6	1		1	
				7		1	2		12	1					2		2		9				1
				4			1	1	9								2		1				
1				2					11										3				
				1			2	3	18														
				2			3	2	18										5				
				1			1	1	13								1		2				
							1		22														
									16														
								3	15														
							2		20														
				1			2	1	24								1		2				1
							2	4	15														
							3		13														
							1		23														
							2	1	12														
								1	7										1				
							1		5														
									4														
								1	2														
									5														
									4														
									2														
									1														

このような場合，先に捕食したものの消化が進んで，容積が 33% に減少してから，新しい餌を摂ったものであって，一時に捕食したものではない。一度は $q = \frac{1.628}{5.48} \times 100 \fallingdotseq 30$ で飽食していたものであろう。従って表に見られる飛石的な大きな指数は，一時の最大指数として採用するのは適当でない。連続分布の最大値に近い数値を採用すべきで，20〜26 の間を，推定区域とするのが適当であろう。

マ サ バ。

小台網の漁獲物では，右側の表は，指数の分布は，1〜5 の間に出現頻度の約 90% が集り，残余が，28までの間に，一様分布に近い形で散在している。左側の表では，1〜24 までは，ほぼ連続した一様分布のように思われるが，それ以上では，飛石状に散在している。両表の差は，消化が進行していたためにできたものと思う。これらの表によって，指数の妥当な最大値を推定すれば，24〜28 の区域となろう。

舟曳網の漁獲物について，右側の表は，昭和34年2月〜4月，周到な計画で採集された標本にもとづいて，調査して得られた資料である。摂餌量指数の出現頻度の主分布範囲は，4〜32 の間で，Peak の存在は明瞭ではないが，指数値20にあるとしてよかろう。最大値は，32を採用する。左側の表は，主として昭和33年に得られた資料によるもので，標本は任意に採集されたものである。この表では最大指数値は，30となる。

ム ツ。

本種は小台網のみで採集された。右側の表では，指数 4 を Peak とし，2〜10 の範囲に分布している。左側の表では，摂餌量指数の出現頻度は，1〜21 の間では，連続分布で，Peak は，指数 8 になる。21 以上の指数の分布は，不連続で小さい。最大指数は，21〜23 と推定される。

カタクチイワシ。

小台網の漁獲物で，右側の表では，摂餌量指数は極めて小さい。左側の表では，カタクチイワシで，魚類を捕食している個体数は，極めて少いといえる。指数の最大は，左側の表によって，9 程度とする。

舟曳網の漁獲物では，右側の表の実測値で求めた摂餌量指数の出現頻度分布は，1〜11 までは，連続な指数函数的な分布を取っている。その後は飛石状の分布で，最大が 20 となっている。左側の表は，調査標本数が少いので，充分な考察はできないが，5 に Peak のある対数正規型分布となっているようである。最大値は，15〜20 の間であろう。

マイワシ。

昭和31年は秤量器が不備であったため，魚類を捕食したものを，主として取り扱った。昭和32年以降は，秤量器による実測値を取り扱った。小台網の漁獲物で，胃の内容物を秤量したのは，ただ 1 尾であった。左側の表では，最大摂餌量指数は 18 である。

舟曳網の漁獲物について，実測値より得られた摂餌量指数の出現頻度は，右側の表のように，4 に Peak のある対数正規型分布で，最大値は 10 となっている。左側の表では，1 及び 4 に各 1 尾が見られるのみである。

チ ダ イ。

舟曳網の漁獲物のみについて考察する。本種は，年による発生量が著しく変動する。昭和33年11月以降，34年1月頃までに，発生した量は著しく多いように思われた。測定値による摂餌量指数の出現頻度分布は，右側の表に見られるように，超対数正規型分布のようであって，Peak は 3 にあり，最大は 25 となっている。

キ ス。

舟曳網の漁獲物では，右側の表のように，指数の出現頻度分布は，指数函数型で，最大は 6 となっている。

ア ユ。

舟曳網のみで漁獲されている。右側の表では，摂餌量指数の頻度分布は，3 に Peak のある超対数正規型分布に似ている。最大値は 9 となっている。左側の表では，指数 1 の出現割合が 62.5% で，最大は 12 となっている。このような分布となるのは，アユでは，魚類を捕食している場合が少いためであろう。

その 他。

以上の魚の外に，実測値，又は，捕食されている魚類の体長より推定される摂餌量指数の出現状況は，ヤマトカマスで，舟曳網の漁獲物では，出現頻度は一様分布であり，最大は 26. 小台網の漁獲物でも，一様分布に近い型であり，連続分布の最大を取れば，27〜32 が最大値の範囲と考えられる。ネンブツダイでも，ほぼ一様分布と考えてよかろう。最大指数は 15 程度であろう。

以上を要約すると次の表のようになる。

魚種名	舟曳網		小台網	
	分布の巾	最大値	分布の巾	最大値
マアジ	1〜21	20〜21	1〜28	11〜13
ウルメイワシ	1〜10	10	1〜19	19
ゴマサバ	1〜28	20〜26	1〜56	20〜26
マサバ	1〜32	32	1〜44	24〜28
カタクチイワシ	1〜23	15〜20	1〜 9	9
マイワシ	1〜10	10	1〜18	18
チダイ	1〜25	25	—	—
キス	1〜 6	6	—	—
アユ	1〜 9	9	—	—

以上のように，摂餌量指数の出現頻度分布は，サバ類，ムツ，ヤマトカマスのように，幼稚魚期に魚食性が強いものでは，広範囲に亘る一様分布になる。イワシ類やマアジの幼稚魚では，指数函数型分布か，或は，超対数正規型分布なとっている。これは，個体による摂餌状況の差違，食性の日週期と標本の採集時刻との関係，消化速度の遅速等が考えられる。小台網の漁獲物より採集した標本では，明らかに魚類の摂餌活動の日週期に対して，標本採集時刻は適当でなかったといえる。このような場合は，摂餌量指数の出現頻度分布は指数函数型となるように思える（マアジ，ウルメ）。対数正規型の出現頻度分布をするものについては，次のような 2 つの場合が考えられる。

i ，飽食後胃の内容量が或段階までに減少する間は，消化が急速に進む。このときの胃の内容量の或る段階が，頻度分布の Peak に相当する摂餌量指数で示される。この Peak の値は，個体的にも，時間的にも，出現頻度が大きい(堀田によると，サンマでは餌の残量が，飽食時の½のとき）。

ii ，胃の内容量が，或る段階に達すると，その後は，消化されて減少した量だけを補充するような摂餌を継続的に行う。その或る段階の胃の内容量が，摂餌量指数の出現頻度分布の Peak に相当する(青山，マアジでは，指数約 3 ）。

このような問題を，種々の角度より検討したい。

4.32. 体長による摂餌量指数の変化

表 4.10 の右側の表で，舟曳網の漁獲物のマサバでは，丘形分布の 3 ケ所に Peak がでている。このような型は，体長の相違による。最大摂餌量指数の差異によるものが，混在しているためではないかとも考えられる。成長に伴い，摂餌率が減少することは，ブリ，マサバ（畑中）で，実験的に観察されている。

この問題を考察するために，各魚種毎に，体長別に摂餌量指数を整理したのが，Fig. 4.1〜Fig. 4.7 である。

マサバ (Fig. 4.1)

測定された胃の内容物重量で計算した摂餌量指数中より，全体長に応ずる大きい数値のみを取り出して図示すれば Fig. 4.1のようになる。この図でも，指数の変動が大きい。しかし，一般的な傾向として，体長 26.0mm のものでは，この指数は 25 程度が最大で，その後成長に伴い，体長 45〜53mm まで増大して，32 程度となり，その後は，成長に伴って徐々に，直線的に減少傾向を辿るようになると思える。この図によって，幼稚魚期の成長の各段階の摂餌量指数を推定すれば，次のようになる。

Relation of Feeding Amount Index and Body Length

Fig. 4.1 マサバ *S.japonicus*

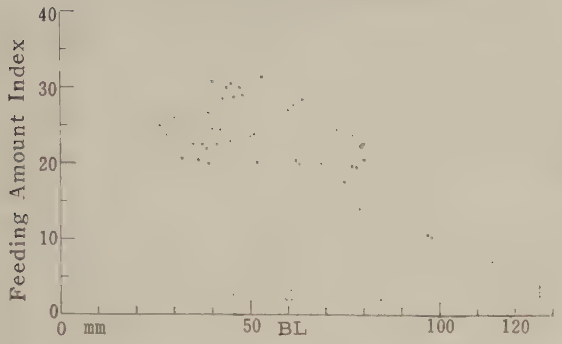


Fig. 4.2 ゴマサバ *S.tapeinocephalus*

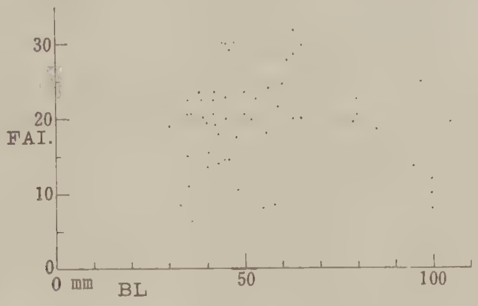


Fig. 4.3 チダイ *Ev.japonica*

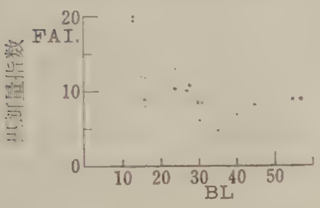


Fig. 4.4 マアジ T.*japonicus*

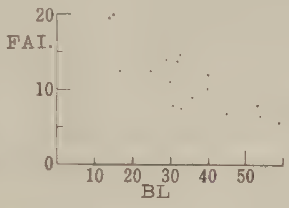


Fig. 4.5 マイワシ *S.melanosticta*

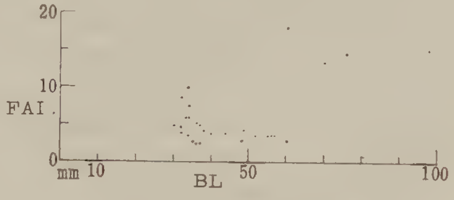


Fig. 4.6 ウルメイワシ *Etrumeus micropus*

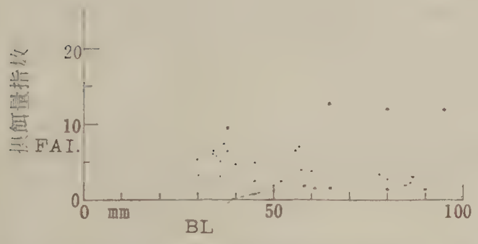
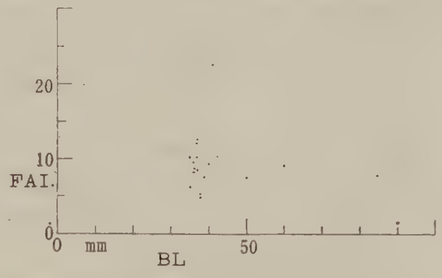


Fig. 4.7 カタクチイワシ *Engraulis japonica*



体長 mm	26.0	40.0	45.0	53.0	60.0	70.0	80.0	90.0
q %	25.0	31.0	31.0	32.0	29.5	26.5	23.0	20.0

ゴマサバ (Fig. 4.2)

ゴマサバの胃の内容物重量は，捕食されている餌料魚種の体長によって求めた。従って，既に記述したように，消化の程度の差により，著しく大きな値も出てくる。大体の傾向が，マサバと同じようであるとすれば，次のような成長に伴う摂餌量指数が求められる。

体長 mm	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0
q %	30.0	30.0	29.0	27.5	26.0	24.0	22.0	20.5

チダイ (Fig. 4.3)

胃内容物重量の実測値で計算した。各体長に対する最大摂餌量指数は，Fig. 4.3 のようになって，体長 13.0mm で最も大きく，体長 30.0mm までは，急傾斜で減少している。その後，体長 57.0mm までの間は，ほぼ一定になっていると考えてよかろう。Fig. 4.3 より次のような数値が得られる。

体長 mm	13.0	19.0	25.0	30.0	34.0	38.0	40.0	50.0
q %	20.0	17.0	13.0	9.5	9.0	9.0	9.0	9.0

マ ア ジ (Fig. 4.4)

実測による胃内容物重量で求められた。摂餌量指数は，Fig. 4.4 のようになって，体長 15mm で最も大きく，20であり，その後，直線的に減少して，体長 60.0mm では5.5になっている。この図より，次のような数値が得られる。

体長 mm	15.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	55.0	60.0
q %	20.0	17 0	16.0	14.0	12.0	10.5	9.0	7.0	5.5

マイワシ (Fig. 4.5)

胃内容物重量の実測値より求められた。摂餌量指数が，Fig. 4.5 の・印であり，餌料魚の体長に対応する体長より計算した数値が，Fig. 4.5 の×印である。実測値によるものでは，胃の分化が完了した直後で，体長 34.0mm の頃の最も大きな指数値は約10があり，成長に伴って，指数函数型に減少している。しかし計算値によるものでは，体長 60.0mm で 18.0，体長 76.0mm のもので14.9となり，実測値によるものより遙かに大きい。これらの数値が特例的なものであるとしても，考慮に入れる必要があろう。即ち，マイワシは・印のような摂餌量指数を，維持しつつ連続的に捕食するのが，普通の状態である。しかし，機会があれば，1時に飽食状態になり得るとも考えられる。

ウルメイワシ (Fig, 4.6)

図の描き方は，マイワシと同じである。実測値によるものでは，体長 38.0mm 最も大きな指数 9.5 があって，体長の大きい方えは，直線的に減少している。×印の餌の重量の推定値で得られた値の方は，著しく大きい。これもマイワシと同様に，餌料種と会合の機会によるものであって，その機会は，マイワシよりも多いといえよう。

カタクチイワシ (Fig. 4.7)

Fig, 4.7 は，餌料魚の体長より推定された，胃内容物重量で描いたものである。体長 41.0mm に最も大きな値があって，22.7 を示している。資料が少いので，成長の伴う変化を考察するのは困難である。

4.33 摂餌量指数の日内変化

舟曳網の漁獲物よりの標本で，採集時刻が明確なものについて ～10時，～12時，～15時の区分毎に，摂餌量指数分布を作ったのが，表 4.11 である。

マ サ バ。

舟曳網の漁獲物は，毎朝7時頃より水揚される。標本の採集は，8時頃より始める。8時より10時までに採集された標本では，摂餌量指数の分布の巾は，～1.0 より ～26.0 となり，広範囲に亘っている。この内には9時30分頃に採集された標本の数が，最も多いので，その胃の内容物，及び，腸管の内容物の状況を観察すると，胃にカタクチイワシやハゼ類の完成形のものが，1尾乃至6尾，重量にして，0.03～0.15g（捕食者の体重 0.20～2.10g）となっている。しかし，胃底より幽門部，及び，腸管には，Copepoda の破片があり，特に腸には，Copepoda の殻の破片が充満している個体が多い。従って，この区分に見られる摂餌量指数は，夜間の絶食後，早朝に Copepoda を捕食して，飽食したものが，Copepoda の消化が進み，大部分が腸管に移行して，新にカタクチイワシのシラスやハゼを捕食し始めたもので，その捕食の進行状況を示しているものと考える。即ち魚類捕食の進行の過程を示しているのであろう。その最小段階が，8～9の指数で示されているとしてよかろう。26を飽食に近いときの指数とする。

10時過ぎより12時までのものでは，摂餌量指数の分布の巾は，更に広くなっているが，主分布の範囲は 7.0～27.0 としてよい。この時刻のものでは，次のような状態のものに分けられる。

i，胃底より幽門部に消化の進んだものが全く認められないで，摂餌量指数が小さい。胃の内容物は完全形をしている。これは，摂餌を開始したばかりのものであろう。

ii，胃底より幽門部に，消化の進んだカタクチシラス，ハゼ類が移行しているもので，摂餌量指数の大きいもの，これは，2回目は飽食したカタクチシラス等の消化が，次第に進行して，3回目の摂餌を行い，飽食状態に近づいた個体であろう。その最大指数が，31.0 となっている。

iii，胃底より幽門部に移行する消化の進んだ Copepoda が少々あって，腸管は，Copepoda，Podon，Cyplis 等の残屑が充満し，胃盲嚢にあるカタクチシラス等の消化もやや進み，摂餌量指数は，i と ii の中間の個体。これは，第2回目の飽食より，消化が進みつつあるものと考えられる。

以上の三つの状態の混合であって，指数の平均値は 18.5 で，前区間のものよりやや大きい。

Table 4.12 Frequency of Group Feeding Rate by Time

gfr. \ Species / Time	Anchovy ~10.00	Anchovy ~12.00	Anchovy ~15.00	Anchovy ~20.00	Sardine ~10.00	Sardine ~12.00	Sardine ~15.00	Sardine ~20.00	Round herring ~10.00	Round herring ~12.00	Round herring ~15.00	Round herring ~20.00
0	5.9	19.0	30.7	7.1	10.5	6.2	16.6		6.7	10.0	5.5	
~10		14.2	7.8	7.1	5.2							
~20											11.1	
~30	2.9									3.3	11.1	
~40	5.9					6.2					5.5	
~50	8.8	4.7	7.8		15.8				6.7	13.3	11.1	
~60	2.9								13.3		11.1	
~70	5.9			7.1	10.5	12.5	16.6			10.0	5.5	
~80	5.9	4.7				12.5				10.0	5.5	
~90	11.8	14.8								3.3		
~100	50.0	42.9	53.7	78.5	57.8	62.5	66.7	100.0	73.2	50.0	33.3	100.0

*gfr……Group Feeding Rato

12時過ぎより16時までのものでは，摂餌量指数の分布の巾は狭くなり，12～32 の範囲になって，全般的に大きくなっている。この内，指数 19 以下のものは，12時30分に採集した標本によるもので，10～12 時区間の（ii）の進行過程のものに相当すると考えられる。16時頃に採集した標本では，総ての個体の摂餌量指数が大きい。指数 31 級が計算された標本は，体長 45.0mm，体重 0.96g，胃内容物重量 0.29g であって，内容物としては，カタクチイワシ，体長 28.0mm 2尾，20.0mm 1尾と消化の進んだカタクチイワシ体長 25.0mm 2尾となっている。この内容物の体長より重量を求むると，

原形そのままのものでは　$0.12\times2+0.034=0.274$g

消化の進んだものでは　$0.078\times2=0.158$g

となり，胃内容物重量 0.29g と原形のものの重量との差 0.016g を，消化の進んだカタクチシラスの体重とすれば，$\frac{0.016}{0.158}\fallingdotseq0.1$ となって，消化によって$\frac{1}{10}$に減少していることになる。14時に採集した標本で，指数32級が計算された個体は，体長 53.0mm，体重 1.61g，胃内容重量 0.51g 内容物としては，カタクチ体長 22.0mm 12尾，サビハゼ体長 18.0mm，12.0mm，各1尾宛と，消化の進んだ体長 24.0mm のカタクチ 1尾とであった。これより重量を計算すると，

原形のものでは　$0.05\times12+0.06+0.016=0.676$g

消化の進んだものでは　0.069g

となる。著しく消化の進んでいるものを除外しても，実測値と計算値との比は$\frac{0.51}{0.676}\fallingdotseq0.75$ となり，全般的に消化がやや進んでいるものと考えられる。

このような例を摂餌量指数が，比較的小さい個体で示そう。16時に採集された標本で，体長 78.0mm，体重 4.55g，胃内容物重量 0.88g であって，実測値による指数は 19.30 である。胃の内容物としては，カタクチイワシ体長38mm 2尾，体長20mm 2尾，及び，消化の進んだ体長 38.0mm のカタクチイワシ 1尾であった。これによって重量を求むると，

原形のもの　$0.44\times2+0.034\times2=0.948$g

消化の進んだもの　　　0.44g

となって，原形のものでも，消化は20%程度進んでいる。この原形のもののみの計算重量で指数を求むると 20.8 となる。前節 4.32 による最大摂餌量指数の推定値によると，体長 78.0mm のものでは，23.7 が得られる。従って，胃内容物重量は 1.078g となる。1.078q−0.948g=0.13g，この0.13g が，この標本が飽食したときに，胃内に残っていた消化物の重量で，これが消化の進んだ体長 38.0mm のカタクチイワシの重量となる。

以上のように，16時頃になると，マサバは，飽食状態にあるか，或は，新な摂餌は中止して飽食状態より，消化がやや進んだ状態にあるといえよう。

摂餌量指数には，不明瞭ながらも，時間的な変動があって，不連続な摂餌をするように思われる。即ち，短時間に飽食状態になり，その後は，胃の内容物が，或る程度消化されるまでは，摂餌を中止する。飽食状態のときの摂餌量指数は，午前中では小さく，夕方になると大きくなるように思われる。1日間に飽食になる回数は，2回乃至3回程度であろう。しかし，毎回飽食する度に，新に外部より取り入れる量は，第1回の飽食時より小さくなるもののようで，胃底より幽門部に亘って，消化の程度が著しく大きいものが，存在している場合が多い。

マ　ア　ジ。

8時頃より10時までに採集された標本では，摂餌量指数が，小さいものと極めて大きいものとあって，中間のものがない。これは，夜の絶食期間より，朝の摂餌期間に移行する段階で，短時間に飽食した個体と，摂餌開始直後とのものがある。

10時過ぎより12時までに，採集されたものでは，摂餌量指数は 8.0 以下で，胃の内容物は，大部分の個体では，消化の程度が大きく，腸管は消化物で充満されている。この時間のものは前時間区分内で飽食したものが，消化されて，指数2〜3に減少してきたものと，新な摂餌を開始したものとが，混在しているようである。

〜16時までのものは，指数は 7〜15.0 程度で，新な捕食は認められず，午後に飽食した餌料が，種々の消化過程にあると考えられる。

以上のように，マアジも不連続な摂餌を行うようで，少くとも，1日に2回は飽食状態になる。新な摂餌活動を始める時に，残存する胃の内容物重量は，マサバよりも少いようである。従って，毎回の飽食の際に取り入れる餌の量は，ほぼ同量であろうと考える。

チ　ダ　イ。

夕方に採集された標本がないのは，13時以後は，漁獲されることが少いためであろう。

8〜10時までに漁獲されたものでは，摂餌量指数は，1〜9.0 で，マアジより大きいのは，チダイは摂餌活動を，早朝より始めるためであろう。8時45分に採集されたものでは，胃盲嚢部に原形のカタクチイワシ，マイワシ，Amphipoda 等が見られ，胃底より幽門部に向う消化の進んだカタクチ，Mysis，Copepoda 等の見られるものもある。多くの個体で，腸管には，甲殻類の砕片が充満している。この砕片は，前日の消化残屑と考えるよりも，既に第1回の飽食時を経過して，新な摂餌活動に移ったものと考えた方が，妥当ではなかろうか。しかし，第2回目の摂餌が充分に進んでいないことは，摂餌量指数の出現頻度分布の Peak が，3にあることで理解できよう。

〜12時までに採集されたものでは，摂餌量指数の出現頻度分布には，明らかな Peak がなく，1〜7.0 の群と，8〜13の群とに区別し得るようで，指数の大きい群は，摂餌が進んだ群で，指数の小さい群は，摂餌の進行がおくれている個体が多いことは，甲殻類の砕片が，胃底，或は前腸部に見られないことで類推される。

12時以後に採集されたものでは，摂餌量指数の分布が，2〜9の群と 10〜20 の群とに区別される。指数の大きい群では，胃は餌が充満していて，完全形に近い Copepoda やカタクチシラスの外に，消化の進んだMysis，カタクチ，Copepoda が胃底より幽門部に向って存在している。指数の小さい群は，比較的に魚体が大きく，腸管に砕片が充満している個体が多い。

13時以降の標本が採集されていないのは，この頃より，チダイの幼稚魚は，角曳網の漁場外に，移動するのではなかろうか。しかも，その移動は，水平移動ではなく，海底に沈下するように思われる。それは，早朝捕食しているものに，Amphipoda が多いことから想像される。このように，チダイの幼稚魚の摂餌活動は，早朝に始まって海底の生物を捕食して第1回目の飽食状態になり，日出頃より浮上して，カタクチシラス，浮游性 Copepoda 等を捕食し，12時頃に第2回目の飽食状態になり，13時頃より沈降する。1日の飽食回数は，2～3回程度であろうが，不連続摂餌は明瞭でない。

ウルメイワシ。

8～10時のものは，胃の内容物は少く，腸管に砕片が残存している個体も殆んどない。従って，夜間の絶食期より，昼間の摂餌活動に移行した直後の個体が多い。

～12時のものでは，摂餌量指数の出現分布は，巾 1～7.0 で，前時間区より小さく，Peak は3.0 である。胃盲嚢に餌生物が充満している個体でも，一部分が前腸部に，移行しているのが認められる。多くの個体では，腸管全体に，砕片が充満している。従って，第1回の飽食時を経過して，消化の進行過程にあると考えられる。

～16時に採集した標本では，胃盲嚢に餌生物が充満していて，腸には僅に砕片の残存するのが見られる。摂餌量指数の大きい群と，胃の内容物は少く，腸管に砕片が充満している群とがある。前者は16時に近い時に採集された標本であり，後者は13時頃採集されているので，前時間区分の状態に近いものであろう。

ウルメイワシの摂餌活動は，日出とともに始まり，9～10時頃に第1回目の飽食状態になり，その後の飽食状態は明瞭でないが，16時頃には，明らかに飽食状態になる。その間が連続摂餌であるか，間歇摂餌であるかは，資料が少いので判定できなかった。

マイワシ。

日出頃より摂餌活動を開始して，摂餌量指数を4.0に維持するような，連続摂餌を行うものと考えてよい。特に体長 40.0～50.0mm 頃より Diatom を摂るようになると，その傾向が強くなる。～16時のもので，指数の大きさの異なる二つの群が見られる。指数の大きい群は小型の体長のものであり，指数の小さい群は，体長 50.0mm 級の群である。

カタクチイワシ。

8時50分に採集した標本でも，餌生物は前腸部に多量移行しているのが認められた。9時20分の採集物では，腸全般に砕片が充満し，胃に多くの餌生物が見られた。時間が経過するに従って，胃に蓄積される餌の量が大きくなって，摂餌量指数は増大する。

15時30分に採集した標本は，胃盲嚢より食道まで，餌料が充満している個体もあり，一般に胃の内容物が多く，摂餌量指数も大きくなっており，腸内の残存物は少いようであった。

このように，カタクチイワシでは，連続摂餌の傾向が強く，時間の経過に伴って，胃に蓄積される量が多くなる。いいかえると消化速度よりも摂餌速度の方が大きく，蓄積の限度に達するに要する時間が短いとき，即ち大型の餌生物を捕食するような場合に，内歇的摂餌が，認められることになろう。このことは，おそらく総ての魚類に共通することと思われる。

イワシ類の連続的な摂餌によって，維持される摂餌量指数は，ウルメイワシとカタクチでは3.0であり，マイワシでは4.0となっている。これは，最大指数の⅓に近い数値である。従って，飽食よりその⅓までに，胃の内容量が減少する過程では，消化が速かに行われるとする堀田の観察とも一致する。

イワシ類の稚魚の，Straight-gut 期では，餌の重量を求めることは困難である。このような時代での摂餌活動の日週期性を，検討するため，定められた時間区分内で，群捕食率の出現状態を整理して，表4.12を得た。

カタクチイワシ。

～10時に採集した標本では，調査した全群の 50% は，群捕食率が100であって，残りの 50% は，群捕食率 30～90 の各段階に散在している。

～12時までに採集した標本では，中間の群捕食率を持つ群が減少して，0と100の両側に偏在している。

〜15時までのものでは，前時間区分の傾向が更に顕著になっている。

〜20時に採集されたものでは，群捕食率 100 の出現割合が，大きくなっている。

マイワシ。

〜10時までに採集された標本では，過半数の群で，群捕食率が100であり，残余が 0〜70 の間に分散している。

〜12時のものでは，前のものと同じように分散しているが，群捕食率100の群が増加している。

〜15時のものでは，群捕食率 100 の群が 2/3 を占め，残りの 1/3 が，群捕食率 0 と70となっている。

〜20時では，全群の群捕食率が 100 となっている。

ウルメイワシ。

〜10時に採集された標本では，群捕食率 100 のものが，73.2% で，残りの群が群捕食率 0，50，70 にそれぞれ，6.7，6.7，13.3% と分散している。

〜12時のものでは，群捕食率 100 のものが，前時間区分より減少して，50%となり，残余は広い巾に分散している。

〜15時の標本では，前時間区分の傾向が，更に増巾されたような形になっている。

〜20 時の標本では，全群の群捕食率が，100 となっている。

以上 3 種の群捕食率の時間的な変化は，既述の摂餌量指数の時間的な変化に，類似した傾向を辿っているといえよう。

4.4 餌 生 物

餌生物として出現するものには，仔稚魚，甲殻類，多毛類，有尾類等があり，マイワシ，カタクチイワシ等の胃には，硅藻も見られることがある。しかし，重要な餌生物は，仔稚魚と甲殻類のようである。ここでは，魚類とその他の生物とに別けて，考察しよう。

4.41， 甲殻類及びその他の生物

比較的調査尾数の多い魚について，体長別に餌生物の種類別の体長を描いたのが，Fig. 4.8〜Fig. 4.14 である。

餌生物の分類のしかたは，分類学的な基準にはよらないで，一見して体形が連想されるようにした。例えば，Lucifer や Oikopleura では，属名を単位としているのは，その特有の体形が浮びでて，餌生物としての特性が，容易に説明し得るようになる。

マ ア ジ。(Fig. 4.8)

Fig. 4.8 のようになって，餌生物としては，Copepoda の内の Gymnoplea，Alima larva，Schizopoda 等が主なるものになっている。特に Schizopoda を撰択的に，捕食しているように思われる。

Schizopoda を基準とすれば，Size Preference の上限 $\alpha\max=\frac{8.0}{24.0}\times 100=33.3$ となる。

カタクチイワシ。(Fig. 4.9)

餌生物としては，Gymnoplea のいろいろな大きさのもの，Podoplea の小型なもの（主として Oncea)，Alima 型の larva，Mysis 型の larva，Schizopoda，Lucifer，Oikopleura 等の動物 Plankton の外に，Diatom がある。Diatom が餌生物として見られるようになるのは，体長 34.0mm 以上の個体であって，Podon，Evadone，Cyplis larva 等の混在が目立ってくる。体長 50.0mm 以上の魚体のものでは，大型 Gymnoplea や Oikopleura に依存する程度が大きくなる。

Size Preference の上限は，Lucifer を基準にすれば，$\alpha\max=\frac{8.0}{33.0}\times 100\fallingdotseq 27.3$，Gymnoplea を基準とすれば，$\alpha\max=\frac{4.0}{53.0}\times 100\fallingdotseq 7.5$ となり，Schizopoda を基準とすれば，$\alpha\max=\frac{5.0}{35.0}\times 100\fallingdotseq 14.3$ となり，マアジよりやや小さい。

マイワシ。(Fig. 4.10)

餌生物の主なるものは，小型の Gymnoplea であって，僅かながら，Podoplea や Alima 型 larva

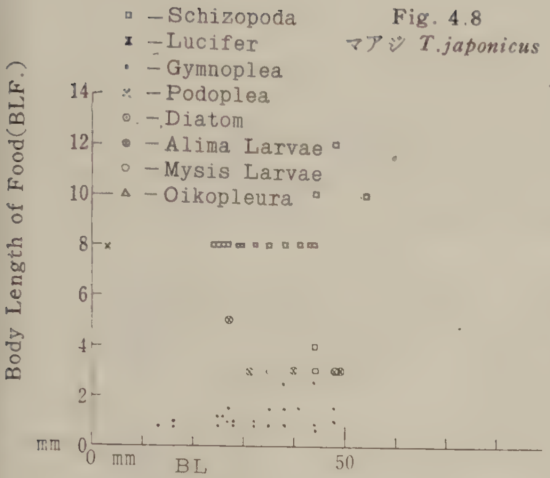


Fig. 4.8　マアジ *T.japonicus*

Fig. 4.9　カタクチイワシ *E.japonica*

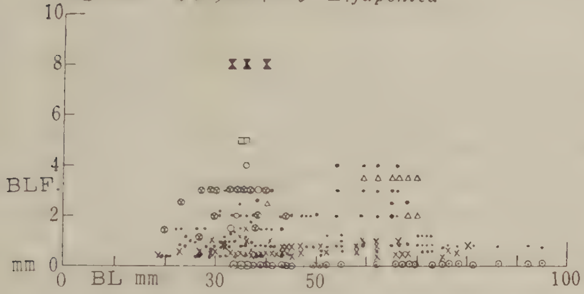


Fig. 4 10　マイワシ *S.melanosticta*

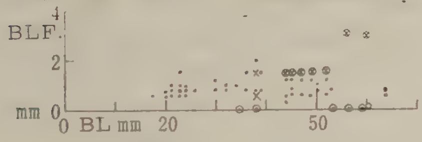


Fig. 4.11　ウルメイワシ *E.micropus*

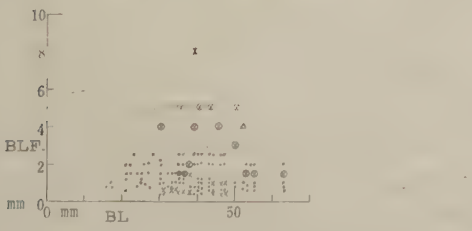


Fig. 4.12　キス *S.sihama*

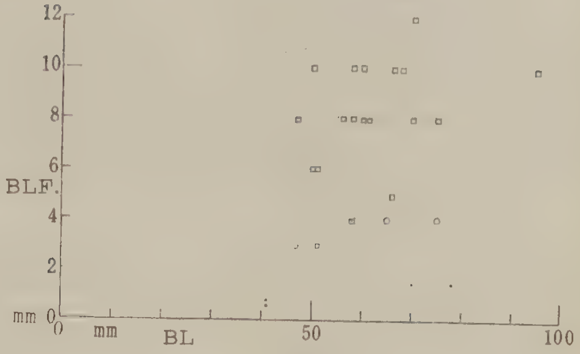


Fig. 4.13　チダイ *Ev.japonica*

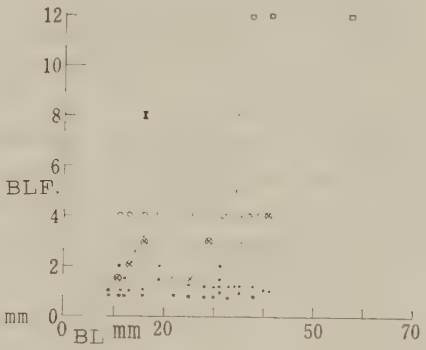
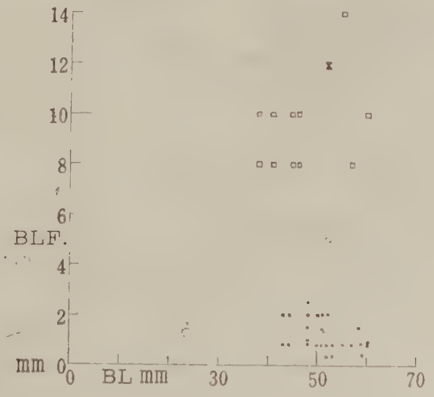


Fig. 4.14　アユ *P.altvelis*



が捕食されている。体長 34.0mm 以上のものでは，Diatom が胃の内容物として，見られるようになり，Podon，Evadone，Cyplis larva 等が混在している。これ等は，消化不能と思われる固い殻を持っているので，特にその所在が目立つのであろう。

Size Preference の上限は，Gymnoplea を基準として体長 23.0 mm では $\alpha max=\frac{1.6}{23.0}\times100\fallingdotseq7.0$ でカタクチイワシと大差はないが，成長に伴って，小さくなって行く傾向が，カタクチイワシより顕著であ

る。

ウルメイワシ。(Fig. 4.11)

多くの場合，Gymnoplea が見られるが，Podoplea，Alima larva，Oikopleura を混食し，Lucifer を捕食している例もあった。Diatom が胃に見られたことは，全くなかった。

Size Preference の上限は，Gymnoplea を基準とすれば，$\alpha max=\frac{2.5}{23.0}\times100\fallingdotseq10.8$，Lucifer を基準とすれば，$\alpha max=\frac{8.0}{39.0}\times100\fallingdotseq20.3$，Mysis larva を基準にすれば，$\alpha max=\frac{5.0}{26.0}\times100\fallingdotseq19.3$ となり，カタクチイワシよりは，やや大きく，マアジよりは小さい。成長に伴う変化は確認できない。

キ　　ス。(Fig. 4.12)

主として，Sohizopoda 及び Mysis 型 larva を捕食し，Gymnoplea が少々混食されている。

Size Preference の上限は，Schizopoda を基準にすれば，$\alpha max=\frac{10.0}{50.0}\times100\fallingdotseq20.0$ となり，ウルメイワシとほぼ等しい。

チ　ダ　イ。(Fig. 4.13)

Gymnoplea を多く捕食しており，Alima Iarva，Mysis larva，Schizopoda，Lucifer 及び，Podoplea 等を捕食している。

Size Preference の上限は，Mysis larva を基準にすれば，40，Schizopoda を基準すれば，31.6 となり，マアジとほぼ等しい。体長 57.0mm 以内では，成長に伴う αmax の減少は認められなかった。

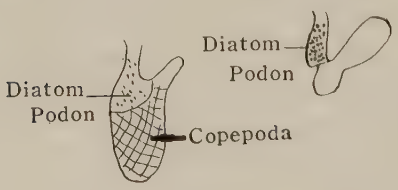
ア　　ユ。(Fig. 4.14)

Gymnoplea の占める割合が多く，Schizopoda も比較的多く，Lucifer を捕食していることもある。

Size Preference の上限は，Schizopoda を基準にすれば，25.3 となる。

以上のように，Nursery Area でも，Copepoda は幼稚魚の重要な餌料生物で，海産魚では，Podoplea よりも Gymnoplea の方が多く捕食されている。Schizopoda の重要性も看過できない。マイワシ，カタクチイワシでは，体長 34.0〜35.0mm 頃より Diatom を摂るようになり，Filter Feeder としての機能が発現される。カタクチイワシが，Diatom を摂っているのに，Fig. 4.15 の模式図のような，二つの場合がある。即ち，Copepoda が胃盲嚢の底部より 8 合目まで，充満していて，噴門部に Podon と Diatom とがある場合と，空胃のものに噴門部近くに，Podon と Diatom が見られる場合とである。前者は，Copepoda の多い海域で，それを飽食した後に，Diatom の多い沿岸にきて，摂餌を始めたものであり絶食後 Diatom で摂餌を開始したものであろう。

Fig. 4.15　カタクチイワシ *E. japonica*



4.42　魚類捕食の概況

a，餌料種と捕食魚

魚類を捕食している状況は，表，4.13，4.14，4.15のようになる。

カタクチイワシ捕食群。(表，4.13)

カタクチを捕食している魚種は，16 種であって，ゴマサバでは，用曳網の漁獲物が，小台網の漁獲物より，多くのカタクチイワシを捕食している。マアジでは，逆に，小台網の漁獲物の方が多く捕食している。ウルメイワシでは，マアジと同様に，小台網の漁獲物が，多くカタクチイワシを捕食していて，その捕食尾数が最も多く，3,305 尾となっている。マサバでは，用曳網の漁獲物の方が，カタクチを多く捕食している。ヤマトカマスやチダイに，捕食されているカタクチも多く，前者は広い範囲の体長のものを，捕食しているが，後者は小型のものを主として捕食している。共食いも見られて，用曳網で漁獲された，カタクチイワシには，カタクチイワシを捕食しているものもある。

マサバが，カタクチイワシを，飽食している状況の 1 例を示すと，Fig. 4.16 の写真のようなものである。体長 59.0mm，体重 2.28g のマサバが，体長 18〜30.0mm のカタクチイワシ 6 尾を捕食して，胃の

長さが 16.0mm に伸出しているが，頭の尾部は，咽喉外に出ている。胃内容重量は 0.57g で，充満度指数は 25で，飽食状態に近い。胃の長さよりも大きい体長の個体は，胃の内に左巻きにされながら圧縮されている。外部よりカタクチイワシの眼が見えるほど，胃壁は薄くなっている

Fig. 4.16 は，マアジがカタクチイワシを，飽食している状況の1例である。体長 71.0mm，体重 6.04g のマアジが，体長 12〜30.0mm のカタクチイワシを，13尾捕食し，胃は回転ハート形に膨大して，長さ 12.0mm，胃の重量は 0.67g，充満度指数は 11.1，胃の長さよりも大きい個体は胃中に屈曲して圧縮される。

Fig. 4.16

Out view of Stomach

マサバ *S. japonicus*

BL 59.0mm　BW 2.28g

Content

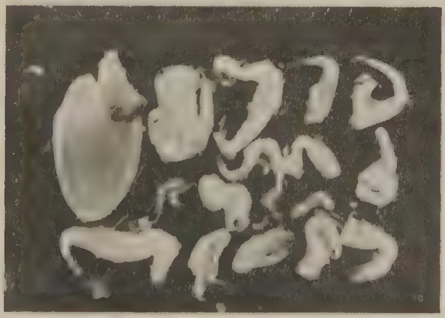
SL 16.0mm　SW 0.57g

Out view of Stomach

BL 71.0mm BW 5.04g

マアジ *T. japonicus*

Content



SL 12.0mm SW 0.67g

マエソやヤマトカマスでは，屈曲されている例はなかった。

捕食されているカタクチイワシの体長は，4.0〜100.0mm であるが，10〜30mm のものが最も多い。

同じ魚種でも，異った漁具で採集されたものでは，カタクチイワシを捕食している状態に差異があり，サバ類では，曳網の漁獲物の方が，多く捕食しているのは，Prey と Predator との遭遇の機会が多いためであろう。ウルメイワシでは，曳網で漁獲されるものは，カタクチイワシと遭遇する機会は多いが，両者の体長の関係が，Predation を困難にしていることは，4.1° に記述したように，曳網と小台網では，漁獲物の体長組成が異なることから想像される

又，曳網の漁獲物では，カタクチイワシの共食が，起り得るような条件が生ずることと考えられる。

マアジ捕食群。（表，4.13）

マアジを捕食しているものには，ゴマサバ，マアジの共食い，ウルメイワシ，マサバ，マエソ，タチウ

オ，ヤマトカマス，ネンブツダイ，ムツ等があって，ネンブツダイ，ムツは，選択的にマアジを，捕食するように思われる。

一般的に見て，小台網の漁獲物の方が，マアジを多く捕食しているが，共食は舟曳網の漁獲物の方が多い。これらの現象は，遭遇の機会と，相互の体長の関係が，Predation を規制しているためと考える。捕食されているマアジの体長は 5.0〜90.0mm の範囲で，20.0〜50.0mm のものが多い。

サバ捕食群。

これには，マエソ，ヤマトカマス，ネンブツダイ，ムツ等があり，マエソのみは，舟曳網の漁獲物になっているが，他の魚種は，小台網の漁獲物である。サバ類の共食もあると考えられる。

サバ類の捕食されている数が少いのは，Prey と Predator も，共に Biomass が小さいためであろう。捕食されているサバの体長は 28〜60.0mm で，小型のものは少い。

ウルメイワシ捕食群。(表，4.14)

ゴマサバ，マアジ，マサバ，マエソ，チダイ，ヤマトカマス，ムツ，カタクチ，アユ，ネンブツダイ等が，ウルメイワシを捕食している。共喰いも見られる。最も多く捕食しているのは，マアジである。しかし，全般的にみて，捕食されている尾数は，カタクチイワシに比して，著しく少く，マアジよりも少い。これは，ウルメイワシの産卵の盛期が，11〜12 月であったため，春の成育海域では，Prey 側にある個体は少く，多くは，Predator の立場にあったことは，表，4.13によって理解できよう。捕食されているウルメイワシの体長は，10.0〜60.0 mm で，舟曳網の漁獲物は，小型のものを，小台網の漁獲物は，大型のものを，それぞれ捕食しているようであり，マアジの場合は，特例であろう。

マイワシ捕食群。(表，4.14)

マアジ，ウルメイワシ，マサバ，マエソ，アユ，チダイ等が，マイワシを捕食しているが，マアジの捕食尾数が最も多く，80% を占めている。捕食されていた尾数は 86 尾で，ウルメイワシとほぼ同様である。マイワシの産卵の盛期は，近年では12月中，下旬であって，成長速度よりして，成育海域の春の競合圏外にあるものが多いようである。

サビハゼ，(ドロメ) 捕食群。(表，4.15)

舟曳網，小台網で漁獲されるほとんど総ての魚種に捕食されている。表，4.15 は，その主要なものを，示したのであって，共喰いをも加えると，捕食種は，17となり，捕食されていた尾数は 555 尾で，カタクチイワシのつぎであり，Nursery area での重要な餌料種であろう。多量捕食者は，マサバとマアジで，それぞれ，全尾数の 28%，24%を占めている。

その他の捕食関係。(表，4.14)

以上の外に，捕食されている魚種に，キス，メジナ，ムツ，ギンポ，ネンブツダイ，ヒメジ，トカゲエソ，アユ，ヤマトカマス等があって，ギンポの捕食者は，イトヒキアジ，マアジであり，その他のものには，捕食者としてマエソ，ヤマトカマス，ムツ，ネンブツダイ，セミホウボウ等があって，共喰いや食物錯雑が見られる。

上述のように，Nursery area では，洄游性魚類の幼稚魚や底棲魚類の幼稚魚が混在して，それらの間には，捕食 (Predation)，食物錯雑 (Food Complex)，共喰い (Cannibalism) が盛んに行われているようである。特に晩冬より初夏の海では，イワシ類，特にカタクチイワシが主なる餌料種であり，アジ類，サバ類が捕食者として優勢なものであり，ウルメイワシも強力な捕食者となり得る。ハゼ類は，一方的な餌料種であり，産業的に主要な魚種の幼稚魚期にとって，重要な餌生物であるといえよう。

b，餌料魚種の体長と捕食者の体長

捕食種の体長に対して，餌料種の体長を描くと，Fig. 4.17〜4.33 のようになる。

ゴマサバ。(Fig. 4.17)

体長 70.0mm より小さいゴマサバは，主として，カタクチイワシとハゼ類を捕食している。ハゼ類を捕食しているゴマサバの最小形は，体長 38.0mm であって，餌の体長は 16.0mm である。捕食者の体長が

Table 4.14 Body Length Frequen

B.L. of Prey \ Prey / Predator	ウルメ Round her ing															マイワシ				
	Spot' mackerel Set net	〃 Boat seine	Jack mackerel Set net	〃 Boat seine	Round herring Boat seine	Mackerel Boat seine	Lizard fish Boat seine	〃 Set net	Crimson sea bream. Boat seine	Barracuda Set net	*S.boops* Set net	Anchovy Boat seine	Sweet-fish Boat seine	*A.semilineatus* Set net	Sum	Jack mackerel Set net	Round herring Boat seine	Mackerel Set net	〃 Boat seine	Lizard fish
3																				
4																				
5																				
6																45				
7																				
8																				
9																				
10			24						1						25		1			
11									1						1					
12					2										2		4			
13				1					1				1		3		1			
14													1		1					
15				1	1										2	1		1		
16				1		4									5					
17				1											1					
18		3		1	1				1			1			7		1			
19				1											1					
20				1	1	2									4	20			2	
21																				
22		1				2									3					
23																			1	
24																				
25		1													1	3				
26																				
27																				
28		1													1					
29																				
30		1								1					2					
31																				
32																				
33														7	7					
34																				
35	1						3				1				4					
36															1					
37																				
38											1				1					
39																				
40	1									3					4					
41																				
42																				
43																				
44																				
45										4					4					
46																				
47																				
48																				
49																				
50											1				1					
51																				
52																				
53																				
54																				
55																				
56																				
57																				
58																				
59																				
60								1							1					
Sum	2	7	24	7	5	8	3	1	4	8	3	1	2	7	82	69	7	1	3	

cy Distribution of Prey

Sardine				キス	メジナ	ムツ		ギンポ		ネンブツダイ		ヒメジ	トカゲエソ	アユ	Prey / Predotor	ヤマトカマス	
Lizard fish Boat seine	Sweet-fish Boat seine	Crimson sea bream. Set net	Sum	マエソ(舟曳)	ヤマトカマス(小台、舟)	ムツ(小台)	セミホウボウ(小台)	イトヒキアジ(小台)	マアジ(小台)	ネンブツダイ(小台)	イトヒキアジ	ヤマトカマス(小台)	ヤマトカマス(小台)	マエソ(舟曳)	B.L of Prey	ヤマトカマス(小台)	ムツ(小台)
															61	1	
															62		
															63		
			45												64		
															65		
	1		1												66		
															67		
			1					7							68		
		4	4												69		
			4												70		
			1				1	23							71		
															72		
			2						1		2		1		73		
															74		
															75	1	1
			1					1									
			22		1												
										3					80		
			1														
			3		1												
															85		
				1								2			90		
1			1							1				1			
															95		
															100		
						1											
															105		
															110		1
1	1	4	86	1	2	1	1	31	1	4	2	2	1	1		2	2

Table 4.15 Body Length Frequency Distribution of Prey

Prey →	サビハゼ(含むドロメ) Gobies																			
B.L. of Prey (mm) / Predator	Jack mackerel Set net	〃 Boat seine	Spot' mackerel Set net	〃 Boat seine	Lizard fish Boat seine	Round herring Set net	〃 Boat seine	*A.semilneatus* Set net	Barracuda Set net	〃 Boat seine	Crimson sea bream Boat seine	*S.japonica* Boat seine	Mackerel Boat seine	Sardine Set net	*T.myops* Boat seine	Sardine Boat seine	*S.boops* Boat seine	Sweet-fish Boat seine	*D.maruadsi* Boat seine	Anchovy Boat seine
4		21									1							(1)		
5		13									1	1						6		
6		1																		
7		12		1			9		3		1		1					6	3	2
8		11		2			2					1	24			1		4		1
9		8		1									2						4	
10	2	15		4						1	2	1	9			2		12	2	1
11		10					1						1							1
12		16		6			2			1	3	1	30		(5)	1	2	2		3
13		4		6									25							
14		5		14									21		(13)					
15		5		7							2	1	7	3					4	1
16		4		22							2		10					1	2	
17		2		8							1		2							
18		3		14									11						6	
19				1	2															
20		2		1	2			1				1	9						2	
21																				
22		3	1						3											
23													1						19	
24																				
25						1		2					2							
26								6					1							
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				
32																				
33																				
34																				
35																				
36																				
37																				
38																				
39																				
40																				
41																				
42																				
43																				
44																				
45																				
46																				
47																				
48					1															
Sum	2	135	1	87	6	1	14	13	6	2	13	6	156	3	(18)	4	2	(1) 31	42	9

Fig. 4.17 ゴマサバ *S.tapeinocephalus*

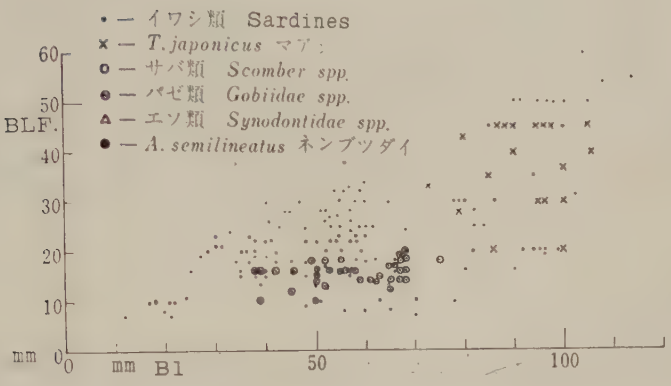


Fig. 4.18 マサバ *Scomber japonicus*

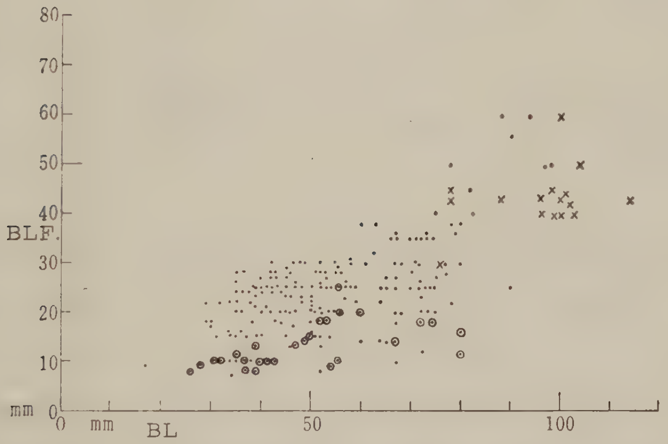


Fig. 4.19 マアジ *Trachurus japonicus*

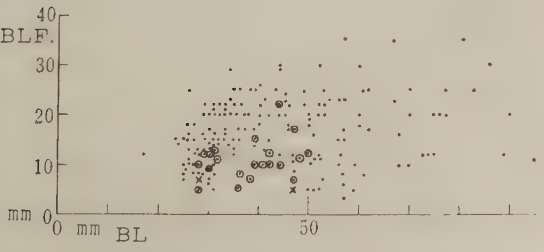


Fig. 4.20 マエソ *Saurus undosquamis*

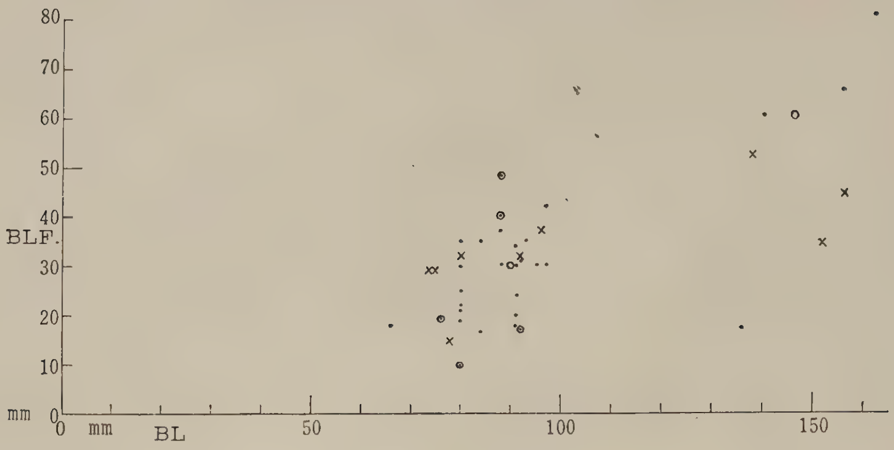


Fig. 4.21 マイワシ *S.melanosticta*

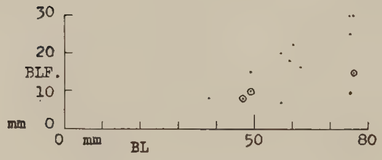


Fig. 4.22 アユ *P.altivelis*

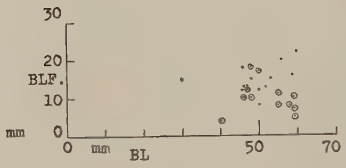


Fig. 4.23 カタクチイワシ *E.japonica*

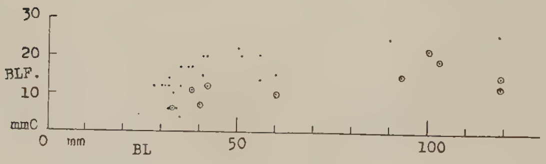


Fig. 4.24 ウルメイワシ *E.micropus*

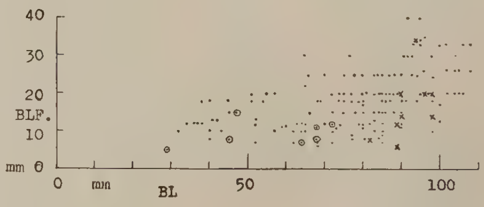


Fig. 4.25 サビハゼ *S.genionema*

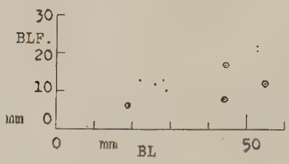


Fig. 4.26 ヤマトカマス *S.japonica*

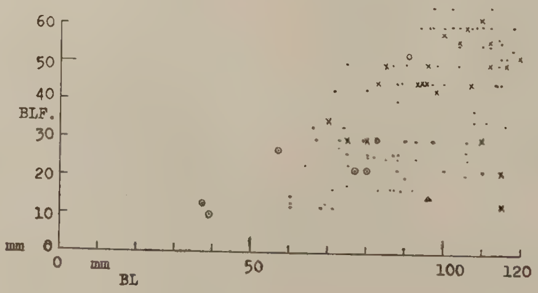


Fig. 4.27
マルアジ *D.maruadsi*

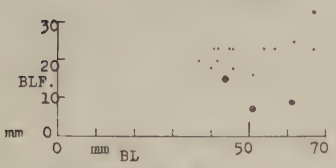


Fig. 4.28
キス *S.sihama*

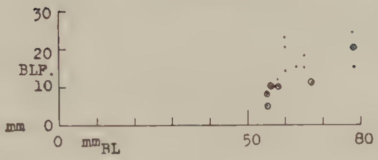
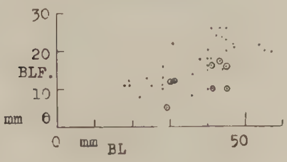


Fig. 4.29
チダイ *Ev.japonica*



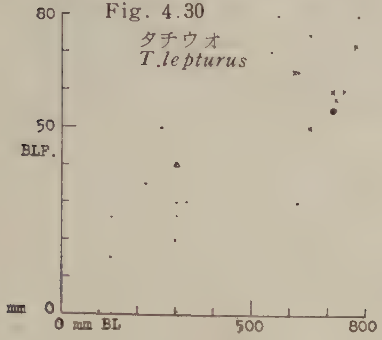


Fig. 4.30
タチウオ
T.lepturus

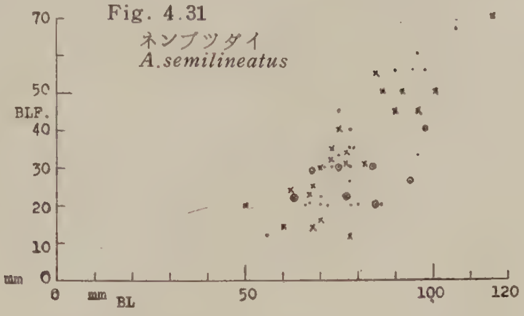


Fig. 4.31
ネンブツダイ
A.semilineatus

Fig. 4.32 ムツ *Scombrops boops*

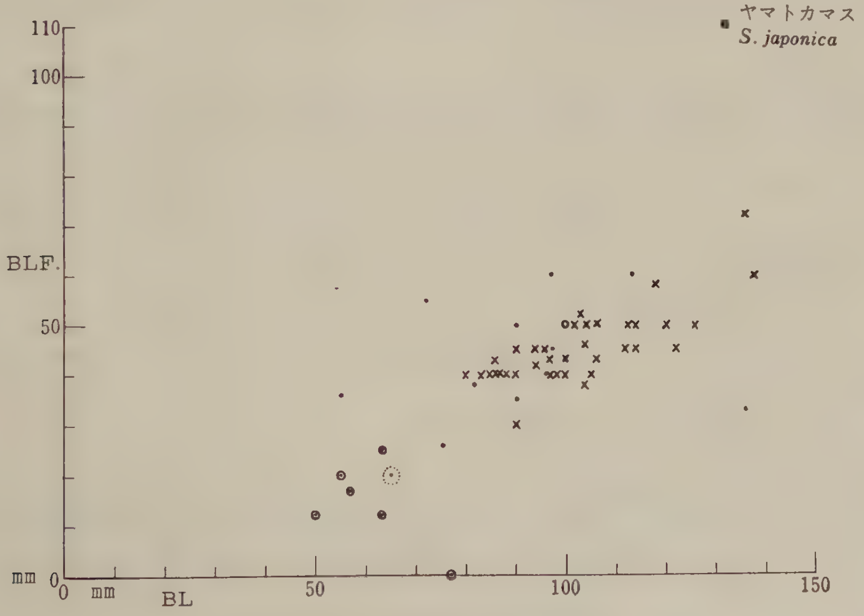
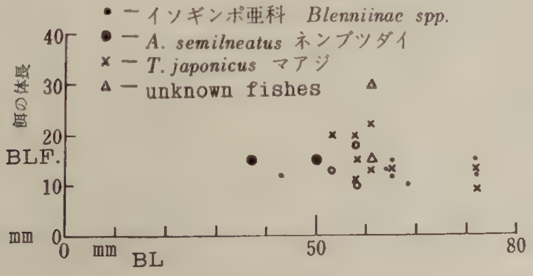


Fig. 4.33 イトヒキアジ *A.cilialis*



38.0mm 以上になっても，餌の体長にあまり変化がないのは，体長 20.0mm 以上のハゼ類の生態に変化が起り，底棲性が強くなるためと考えられる。体長 12.0mm のゴマサバが，体長 7.0mm のカタクチイワシを捕食し，捕食者の体長の増加に伴い，カタクチイワシの体長も大きくなり，その体長の上限は，捕食者の体長 40.0mm に対応するカタクチの 体長 30.0mmまでは，一つの直線上にあると考えてよい。この間の Size Preference の上限を，カタクチイワシを基準として求むれば，

$\alpha max = \frac{1/2\ (23+30)}{1/2\ (30+40)} \times 100 \fallingdotseq 76.0$，ハゼ類を基準とすれば，$\alpha max = \frac{16}{38} \times 100 = 42.2$

体長 56.0mm のゴマサバが，体長約 38.0mm のカタクチイワシを捕食している。その後は，捕食魚の体長の増加に伴って，餌の体長が大きくなっていないのは，体長 38.0mm 以上のカタクチが，成育海域に少いためであろう。体長 70.0mm 以上のものでは，マアジを捕食している個体が多くなり，体長 90.0mm 以上のものでは，大形のカタクチを捕食している個体もみられ，体長 104mm のゴマサバが，体長 60.0mm のカタクチを捕食していた。(104，60) の点とさきの (56,38) の点とで，直線を引き，この線上に，捕食されるカタクチの体長の上限があるとすれば，Size Preference の上限は

$\alpha max = \frac{1/2\ (38+60)}{1/2\ (56+104)} \times 100 = 60.5$ となる。

マアジは常に直線より下方になっている。体長 80.0mm のゴマサバが，体長 43.0mm のマアジを捕食している。これを捕食し得る最大の大きさとすれば，マアジを基準としたゴマサバの Size Preference の上限は，

$\alpha max = \frac{43}{80} \times 100 = 53.7$ となる。

このように，Size Preference が，種々異った値を取ることについては，後に一括吟味しょう。

マ サ バ。(Fig. 4.18)

マサバでは，体長 29.0mm 以上の 標本が，多く得られた。体長 29.0mm までは，主としてカタクチイワシを捕食し，ハゼ類を少しづつ捕食している。捕食しているカタクチの体長は，捕食者の体長の増加に従って，大きくなっているが，ゴマサバの時と同じように，30.0mm と 38.0mm との中間に，不連続面ができている。捕食されていたカタクチの最大形は，体長 113.0mm のホンサバの胃にあった，体長 80.0mm のものである。カタクチの体長が不連続になっている両側で，別々に Size Preference の上限を求むると，マサバの 体長が 40.0 mm より小さい側では，　$\alpha max = \frac{28}{35} \times 100 = 80.0$

マサバの体長が 60.0mm より大きい側では，

$\alpha max = \frac{1/2\ (38+60)}{1/2\ (60+80)} \times 100 = 66.0$

マサバの体長が 80.0mm 以上になると.マアジを捕食する機会が多くなる。マアジを基準とする，Size Preference の上限を求むると，

$\alpha max = \frac{1/2\ (45+60)}{1/2\ (78+100)} \times 100 = 59.0$ となる。

マ ア ジ。(Fig. 4.19)

共喰いされているマアジの体長は，5.0〜6.0mm で，極めて小さいものである。主に捕食している魚類はカタクチであり，ハゼ類がこれにつぐものである。捕食されているカタクチ，並びにハゼ類の体長は，捕食者の体長の増加に伴って，曲線型に大きくなっているが，カタクチでは体長 35.0mm 以上のもの，ハゼ類では体長 22.0mm 以上のものは捕食されていない。

捕食者の体長別に，Size Preference の上限を求むると，

カタクチを基準として，

マアジの体長	カタクチの体長	αmax
17.0mm	12.0mm	70.5
26.0mm	25.0mm	96.0
34.0mm	29.0mm	80.5
56.0mm	35.0mm	62.5
67.0mm	35.0mm	52.2
81.0mm	35.0mm	43.2

となる。このような変化も，後で吟味しょう。

マ エ ソ。(Fig. 4.20)

体長 88.0mm のマエソが，体長 48.0mm のサビハゼを捕食しているのが注目される。Size Preference 上限を求むれば，

カタクチを基準として，　$\alpha max=\frac{(35+80)}{(80+162)}\times100=47.6$

サビハゼを基準として，　$\alpha max=\frac{48}{88}\times100=54.7$

マアジを基準として，　$\alpha max=\frac{(32+52)}{(80+138)}\times100=38.6$

サバを基準として，　$\alpha max=\frac{60}{146}\times100=41.0$

となる。

マイワシ。(Fig. 4.21)

ハゼ類とカタクチを捕食しているが，小型のものである。Size Preference の上限を求むると，

カタクチを基準として，　マイワシの体長，38〜57mm $\frac{8+20}{38+57}\times100=29.5$

〃　　体長，60〜75mm $\frac{22+30}{60+75}\times100=39.5$

ハゼ類を基準として，　$\frac{10}{49}\times100=20.2$

Size Preference の上限が，生長に伴って，やや大きくなっているが，今までに記述した魚種の内では最も小さい。

ア　ユ。(Fig. 4.22)

体長が大きくなっても，捕食しているカタクチやハゼ類の体長には，大きな変化は見られない。体長 50.0mm前後が，Size Preference の上限が最大なようで，ハゼ類を基準にして，

$\alpha max=\frac{18}{48}\times100=37.6$　となる。

カタクチイワシ。(カタクチ) (Fig. 4.24)

共喰いが多いのは，捕食者側の体長が 60.0mm 頃までのようである。体長 28〜40mm までは，Size Preference の上限はやや大きく，48 程度であるが，成長に伴って小さくなっている。ハゼ類を基準として，Size Preference の上限を求むると，

カタクチの体長，　42.0mm のもので，$\alpha max=\frac{12}{42}\times100=28.6$

〃　　100.0mm のもので，$\alpha max=\frac{22}{100}\times100=22.0$

マイワシよりやや大きい。

ウルメイワシ。(ウルメ) (Fig. 4.25)

胃の分化が完成される頃より，魚類を捕食するようになる。餌魚種はイワシ類（主としてカタクチ）であって，ハゼ類やマアジが僅かに捕食されている。餌の体長は，成長に伴って次第に大きくなっている。Size Preference の上限を求むると次のようになる。

カタクチを基準として，体長，38〜65.0mm，$\alpha max=\frac{18+30}{38+65}\times100=46.6$

〃　　体長，65.0〜92.0mm，$\alpha max=\frac{30+40}{65+92}\times100=44.6$

マアジを基準として，　体長，94.0mm，$\alpha max=\frac{34}{94}\times100=36.2$

となり，イワシ類では最も大きい。成長に伴う変化は，Size Preference を，標準化しなければ不明である。

ヤマトカマス。(Fig. 4.26)

体長 60.0mm 以下のものは，漁獲されることが少く，主としてハゼ類を捕食している。体長 60.0mm のものは，小台網で漁獲され，カタクチを主とし，マアジ，ハゼ類等を捕食し共喰いも認められる。Size

Preference の上限は，

カタクチを基準として，　$\alpha max=\frac{40+65}{60+97}\times100=62.7$

ハゼ類を基準として，　$\alpha max=\frac{30+52}{60+91}\times100=53.4$

マアジを基準として，　$\alpha max=\frac{35+58}{70+100}\times100=54.5$

マルアジ。(Fig. 4.27)

マルアジの幼稚魚が，出現するのは7月以降である。カタクチシラスを主として捕食し，ハゼ類も少々餌になっている。体長の増大に伴う餌生物の大きさには，顕著な変化は見られないようである。Size Preference の上限は，

体長 41.0mm で………… $\alpha max=56.1$

体長 67.0mm で………… $\alpha max=47.8$

となっているが，補正計算をしないと，両者の比較はできないが，マアジに似た傾向を示しているようである。

キ　ス。(Fig. 4.28)

体長 55.0mm のものは，標本数を少く，魚類を捕食している個体はみられなかった。体長 55.0mm 以上のものは，カタクチシラスとハゼ類を捕食している。成長に伴う餌の大形化は，カタクチの場合はほとんど認められず，ハゼ類では，大形化がみられるようである。しかし，その傾向は顕著でない。Size Preference の上限が，成長に伴って減少するように思えるが，その傾向も顕著でないようである。

チ ダ イ。(Fig. 4.29)

餌魚種は，カタクチシラスとハゼ類である。体長 40.0mm までは，成長に伴って，餌の体長も増大するが，その後は，逆に小型になるような傾向を示している。体長別に Size Preference の上限を求むると，次のようになる。

基準	カタクチ	チダイの体長	19.0mm	$\alpha max=63.2$
〃	〃	〃	31.0mm	$\alpha max=71.0$
〃	〃	〃	41.0mm	$\alpha max=63.5$
〃	〃	〃	54.0mm	$\alpha max=40.8$
〃	ハゼ類	〃	30.0mm	$\alpha max=40.0$
〃	〃	〃	43.0mm	$\alpha max=39.6$

タチウオ。(Fig. 4.30)

カタクチ，マアジ，マエソ，イカ等を捕食している。餌魚類の体長は，捕食者の全長が，250mm を越る頃より急激に大きくなるが，600mm を越ると，餌の大きさに大なる変化が見られなくなる。これは，海洋中の餌の大きさに制約されるためであろう。Size Preference の上限を求むると，次のようになる。

基準	カタクチ	体長 130〜220.0mm	$\alpha max=17.4$
〃	〃	体長 260〜570.0mm	$\alpha max=15.7$
〃	マアジ	体長 610.0mm	$\alpha max=10.7$

カタクチを基準とした，2つの数値には，大差はないと考える。大型のものは，カタクチよりも，マアジを撰択的に捕食しているように思われる。これが，魚種撰択か，Size Preference の上限の発現かは，興味ある問題であろう。

ネンブツダイ。(Fig. 4.31)

マアジを多く捕食しているが，マアジより大きなカタクチに遭遇すれば，この大きな方を捕食しているように思える。この外に，サバ，ハゼ類を捕食し，共喰いも見られる。成長速度の小さい魚種として，甚だしい貪食性を持っている。Size Preference の上限は，次のようになる。

基準　マアジ　体長 50〜 85.0mm　$\alpha max=55.5$

基準	マアジ	体長 85〜116.0mm	$\alpha max=62.2$
〃	〃	体長 85.0 mm	$\alpha max=64.7$

体長 85.0mm までは，ℓmax は増大し，その後は，徐々に減少しているように思われる。しかし，これは成育海域では，餌となる魚類の体長に限度があるため，見掛上の現象とも思える。

ム　ツ。(Fig. 4.32)

小型のものは，ハゼとカタクチを主として捕食し，体長 80.0mm 以上になると，マアジを撰択的に捕食しているように思える。その外に，サバやヤマトカマスをも捕食している。Size Preference の上限は，次のようになる。

基準	カタクチ	$\alpha max=63.0$
〃	マアジ	$\alpha max=51.6$
〃	ヤマトカマス	$\alpha max=83.5$

イトヒキアジ。(Fig. 4.33)

ギンポ，カタクチ，ネンブツダイ，マアジ等を捕食し，又，種名の同定できなかった稚魚も捕食し，今まで見てきた魚種と，相当変ったものを捕食している。体長が側扁しているため，胃も側扁している。

Size Preference は，体長50.0mm 以上になると，次第に減少するように考えられる。

以上の観察によって，魚種によって，捕食し得る餌の大きさに明瞭な相違があること，及び，或る程度成長すると，餌の大きさや種類に変化を生ずる魚種と，大きな変化の見られない魚種とがある。それを魚種別に示すと次のようになる。

i，餌の大きさが一般に小さく，体長 30〜40.0mm になると Filter Feeder の性格が発現するもの。
　マイワシ，カタクチイワシ。

ii，稚魚期は比較的大きい餌を取るが，幼魚期の末期になると，捕食する餌の大きさは逆に小さくなるが，Filtor Feeder にはならないもの。
　マアジ，マルアジ，チダイ，イトヒキアジ，キス，アユ等で，マアジ型の胃を持つ魚種。

iii，比較的大型の餌を摂り，成長に伴って，その変化が認められない魚種。
　ゴマサバ，マサバ，マエソ，ウルメイワシ，ヤマトカマス，タチウオ，ネンブツダイ，ムツ等で，ネンブツダイを除けば，ゴマサバ型の胃を持つものか，大きな成魚になるものがこの type に属している。ネンブツダイについては疑問の点が多い。

5. 考　察

仔魚，幼稚魚の食性は，一つには栄養の摂取という面よりの観察で，他の一つは，捕食関係で生ずる魚種間の生存競争の研究とがあり，この二つによって導びかれる。仔魚，幼稚魚期の生残率の大小は，水産資源の補充量に大きな関係があると考えられている。

ここに，各研究者によって発表された，魚類の発生初期減耗に関する研究を検討しょう。

Plate 1 の各 Panel は，それぞれの研究者によって，描かれた海産魚類の初期生残曲線である。

Panel 1 は，Marr (1956) が発表した，生残曲線の三つの模式図であり，実線は，生残率が一定である場合。破線は，生残率が一定の割合で増大する場合であり，点線は，"Critical Period" で，生残率が極めて小さい場合である。

Panel 2，は，米国の太西洋岸のサバについて，Ahlstrom と Nair が，Sette (1943) の初期生残曲線を，再検討したものである。

Panel 3，は，Sette (1943) が 3 乃至 4 航海で採集されたサバ卵，及び仔稚魚の体長組成より導いた生残曲線であって，点線で描けるようなものもあり，実線のようにも考えられる。しかし，両者とも，体長が 9〜11.0mmに成長する間に，生残率が著しく減少しているが，仔魚前期より後期に移行する時の，生残率の変化は顕著でない。Sette は，生残率が $\frac{1}{10}$ 以下に減少する時を，「Critical」期とし，$\frac{9}{10}$ 位の減少は

「Non-critical」とし，体長 9.0〜11.0mm，発生後40日目位に「Critical Period」があるとし，その原因を，生理的転換によるとした。Ahlstrom と Nair は，Sette の資料について，その採集の行われた時間的，空間的なずれ，夜間，昼間の差より再検討して，描いたのが，さきの Panel 2，であってそれによると，卵の時代より，仔魚の方が死亡率は多くなるが，これは本来の「Critical Period」とは考えられない。発生後31日目頃より，急激に生残率が低下するのは，各鰭が発達して，Net 採集が困難になったためだと考えている。Panel 4，は，Ahlstrom (1954) が，Net 採集によって得られた卵仔魚の発育段階別の個数によって描いた。米国太平洋沿岸 Sardine の初期生残曲線で，実線は1950年，点線は1951年のものであり，共に仔魚後期に移行する段階に，著しい生残率の減少が見られ，「Critical Period」の存在を実証しているように思われる。Panel 5，は，横田が，1950〜1955年間，日向灘に 44 ケの測点を定め，月例産卵調査を行って採集したカタクチイワシの仔魚稚魚の全長組成を，描いたもので，カタクチの初期生残曲線として取扱ってよい。これによると，全長 4.0mm までは個体数が増加し，全長 4.0〜10.0mm までは，一定の割合で減少するが，全長 10.0mm より 11.0mm に移行する間に，生残率が著しく減少する。この曲線について，横田の解釈は，全長 3.0mm の仔魚では，採集網の網目より脱出するものが多い。全長 10.0〜11.0mm 以上の稚魚の採集数が減少するのは，尾部骨格の発達に伴って，游泳力が増大し，Nuresry Area え移動するものが多いとした。Panel 6，は，浅見 (1958) が日向灘定線の月例産卵調査の過程で，1955〜1957年に得られた資料によって描いた。カタクチ仔稚魚の体長組成であって，横田の図と同じような傾向を示している。Panel 7，は，中井等 (1955) によって描かれた。マイワシの初期生残曲線であって，その資料は，川村が1951年4月21日より6月2日までの間に，福岡湾で採集した卵及び稚魚の体長組成によったものであり，仔魚後期えの移行期に，著しく生残率が低下し，「Critical Period」の存在が実証されているかに見える。しかし，この生残曲線が真実なものとして受け入れられるためには，福岡湾に流入又は湾内で産卵された卵，及び仔魚は，完全に外海と無関係になっていたことが証明されねばならぬ。更に Net 採集の完全さが証明されねばならない。

Marr (1955) は，「Critical Period」の存在は疑しい。しかし，若し「Critical Period」があれば，海産魚の初期減耗の研究は，焦点がはっきりするが，そうでないと研究は困難になるとしている。

仔魚，幼稚魚の食性に関する今までの観察を，上記のような問題との関連にて，整理してみよう。

5.1° 栄養摂取としての食性

5.11 Critical Period

仔魚が，卵黄を吸収しつくして，外部より栄養物質を摂取する段階になったとき，餌生物の不足によって餓死すると考え，この期を Critical Period としていることは，既述の通りである。イワシ類では，仔魚前期より後期仔魚に移行するときの体長は，3〜4.0mm であり，その体重は約 0.2mg と推定される。この時期に生命を維持するに必要とする蛋白量，即ち，最低保持蛋白質量が，どの程度のものであるかは，全く知られない。しかし，伊東が Moore, B. et al. (1914)，石田，花岡，都築 (1937) 等の資料を参考として，体重 100g のスルメイカの最低保持蛋白質量を，1日 175mg と仮定している。これはスルメイカの体重の 0.175% に相当する。これを生肉に換算すると，体重の約 0.9% に相当することになる。イワシ類の仔魚でも，これに近い量を必要とするとして，最低保持蛋白質量を，生肉換算で体重の 1.0% と仮定すれば，その重量は 0.002mg となる。

後期仔魚の主要なる餌生物は，2.12 で記述したように，体長 0.13〜0.4mm の Nauplius 及び Copepodid である。Gibbons, Marshall, Orr 等によると，この大きさの Nauplius の体重は 0.003〜0.004mg であり，若し，体重と体長との関係が，1.0 mm の Copepoda が同一であれば，
$0.03\text{mg}\times\frac{0.13^3}{1.0^3}$〜$0.03\text{mg}\times\frac{0.4^3}{1.0^3}$ 0.0006mg〜0.002mg となる。畑中は，サバの幼魚の飼育実験で，カタクチとオキアミの転換効率は，それぞれ，44.8% と 26.29% と推定している。これより両者の栄養価値を比較すると，1：0.59 となる。これを Nauplius に適用すれば，後期仔魚期の最低保持蛋白質量は，

0.0034mg の Nauplius に相当する。即ち，Marshall 等によれば，1尾の Nauplius の重量に相当し，横田によれば1日に 6〜1.7 尾の Nauplius 又は Copepodid を，生命を維持するためには，捕食せねばならないことになる。後期仔魚の腸管には，この程度の数の Nauplius が発見されるのは普通である。他方海洋に於ける Nauplius の分布密度について，西村（1957）は，マイワシの後期仔魚が，1日に 0.26〜0.34mm 成長するに必要な Nauplius の数を 60 個とし，仔魚の索餌時の運動半径を 0.1cm 及び 0.5cm と仮定すれば，1 m^3 の海水中に，8.8×10^2〜2.2×10^4 個の Nauplius が分布する必要があるとした。他方，本城，木立，鈴木等（1959）は，昭和33年9〜11月，遠州灘及び外房州沿岸で，表層より5 ℓ 採水試料より，濃縮定量を行って，Copepoda の Nauplius 及び，Copepodid 定量調査を行い，遠州灘では，海水1 ℓ 中に，10〜30 ケの Nauplius，外房州沿岸では 10〜100 ケの濃密な分布を見ている。Copepodid でも，ほぼ同様な結果が得られている。西村が，海水中の Nauplius の分布密度が著しく小さいとしたのは，ポンプで採集しているが，採水した水は，Grit gauze の196 meshes で濾過して，Nauplius を採集しているのであって，両者の採集方法の差異に起因するものが，結果として大きくあらわれていると考えられる。

以上の推論は，最低保持蛋白質量と転換効率といろような，重要事項が仮定された数値によっているので，この仮定の妥当性如何では，多少異なったものになると思われるが，普通の状態では，餌の不足による後期仔魚が，飢餓によって多量斃死するとは考えにくい。

5.12 成長と摂餌量

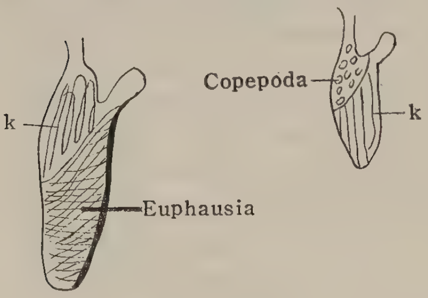
2.3° で記述した幼稚魚の日成長と（表，2.4），4.3° で考察した摂餌量との関係を検討しょう。

ゴマサバ：

体長 26.0mm 以下の成長は，仮定に近いものである。体長 26.0mm より 40.0mm に成長する10日間の平均日増重率は，11.6 であり，他方（4.3）によると，摂餌量指数の最大は 30.0，両者の比を持って，転換効率とすれば，$\frac{11.6}{30.0}\times100=38.7$ となる。しかし，1日に2回又は3回飽食状態になると思われ，第1回目の飽食時の指数を30とし，次にこれが消化されて，⅓に減少したときに，第2回目の飽食状態になるように摂餌すれば，新に摂餌した量は，指数として 20 に相当する。第3回目の飽食も同様であるとすれば，1日の摂餌量は，指数にして70となる。これで転換効率を求むれば，$\frac{11.6}{70}\times100=16.44$ となる。体長40.0mm〜54.0mm に生長する10日間では，平均日増重率は 8.4 であり，摂餌量指数の最大は，前期に等しく，30としてよいから，1日1回飽食するとすれば，転換効率は，$\frac{8.4}{30}\times100=28.6$，3回飽食するとすれば，$\frac{8.4}{70}\times100=12.0$ となる。体長 54.0mm〜67.0mm に成長する10日間で，増重率は 6.3 であり，摂餌量指数の最大は，29.0〜27.5 に減少する。平均して 28.0 とすれば，転換効率は$\frac{6.3}{28.0}\times100=22.5$〜$\frac{6.3}{65}\times100=9.7$ になる。同様にして，体長 67.0mm〜80.0mm に成長する期間では，転換効率は 20.8と 8.9 となる。体長 80.0mm〜90.0mm に成長する期間では，転換効率は 15.2 と 6.6 となる。

以上のようにして求められた転換効率と，HATANAKA & TAKAHASHI（1956）が，カタクチを餌料として，当初体重 4〜9g のサバを，池で飼育して得た転換効率 27〜39% とを比較すれば，1日1回，最大摂餌量指数に達するような摂餌をすると仮定すれば，両者の転換効率は，近似したものになるが，3回飽食するとすれば，天然状態のものは，池中飼育の場合に比して，転換効率は著しく小さくなる。又，畑中の飼育実験では，日摂食率が，本文の（4.22）にかかげた摂餌量指数の最大値とほぼ等しくなっている。従って，表 4.10 の摂餌量指数の出現頻度分布にも見られるように，最大摂餌量指数に達するように，短時間で飽食するのは，極めて稀な場合であって，多くの場合は，最大指数の½程度で，飽食状態になるものと考える。次に天然状態でも常にカタクチを飽食しているとは考えられない。Fig. 5.1 のように，胃盲嚢の下半部より幽門部には，消化の進んだ Euphausia が充満し，上半部に新にカタクチが摂餌されている場合もあり，逆に，カタクチが胃底にあって，Copepoda が新に摂餌されている場合もある。畑中（1957）は Euphausia を餌として飼育した場合の転換効率は，カタクチを餌とした場合の転換効率の59%に，減少するとしている。従って，天然状態と池中飼育では，餌生物の相違による，転換効率の差異も考えられる。

Fig.5.1
ゴマサバ *Scomber tapeinocephalus*



k……*E.japonica* カタクチイワシ

マアジ。

体長 12.0mm より 23.0mm に成長する間の，平均日増重率は 14.2 となっている。(表，2.4)，この時期の最大摂餌量指数は 20.0 で，これで転換効率を求むると，71.0% となって著しく大きい。1日 3 回飽食するとして，その摂餌量指数を，それぞれ，20, 13.4, 13.4 として，合計46.8とすれば，転換効率は$\frac{14.2}{46.8}\times100 \fallingdotseq 30.4$となる。体長 23.0mm〜35.0mm の成長期間では，増重率は 11.1，最大摂餌量指数は 17.0 で，転換効率は 65.5 %となるが，3 回飽食するとして，指数をそれぞれ，16, $16\times\frac{2}{3}$，$16\times\frac{2}{3}$として，1日の摂餌量が，この合計に相当するものとすれば，転換効率は$\frac{11.1}{39.0}\times100=28.4$となる。体長 35.0mm〜43.0mm の生長期間では，増重率が 5.6，最大摂餌量指数は，14.0〜12.0 と変化する。その中間値13を取れば，転換効率は 43.0% となり，かなり大きい。3 回飽食するとすれば，$\frac{5.6}{20.5}\times100=27.3$ となって，前成長期とほぼ等しい。体長 43.0〜50.0mm の成長期間では，平均日増重率は 3.6 で，摂餌量指数の最大を 10.5 とすれば，転換効率は 34.3% となる。1日に 3 回飽食するとすれば，$\frac{3.6}{24.5}\times100 \fallingdotseq 14.7$ となって，著しく転換効率が低下する。体長 50.0〜57.0mm の成長期間では，転換効率は，$\frac{3.5}{8.0}\times100=43.7$ と $\frac{3.5}{18.6}\times100=18.8$ となり，前成長期よりも大きい。これは，両期の成長の推定に誤算があるためであろう。

マイワシ。

体長が 10〜19.0mm に成長する期間では，平均日増重率は，15.4 である。この時期のものは，Straight-gut で，摂餌量を直接測定することは困難であり，又空腸の個体も相当見られる。しかし，同時に採集されるギンポ類の稚魚は，マイワシが捕食できると思われるような，Nauplius，Copepodid larva を多数に捕食している。従って，マイワシの稚魚で，空腸なものは餌の不足によるものではなく，Straight-gut 期の，特殊な消化作用によるものと考える。既述したように，カタクチでは，腸管を餌生物が通過する速度が大きく，死後でも，満腹の餌生物が，30分間に体外に完全に排泄されるような作用がある。従って生存時は更に速かに消化され，体外に排泄されることが考えられる。他方，腸は消化器管であると同時に，吸収作用も行わねばならない。イワシ類の仔魚で，空腸の腸壁に，二つの場合が見られる。腸壁の不透明度が大きくて脆い場合と，やや透明であって，比較的強靱な場合とがある。前者は，餌生物を排泄した直後で，消化物質を充分に吸収した腸壁であり，後者は，吸収物質を体の各部に送り込んで，完全に空腸になった腸壁と思われる。腸壁に消化物質が残存する間に，新な摂餌を中止しているとすれば，昼間の或る割合の時間は空腸であることになる。群捕食率の出現状況よりして，空腸である時間の割合は，50% 以下のようである。

体長 10.0mm のマイワシの稚魚の腸の長さは，約 4.0mm である。この腸に，体長 0.8mm の Copepoda が，縦列に詰まるとすれば，5個となる。これが30分間に排泄され，その後約30分を空腸でいて，次の30分間に又，5尾の Copepoda を消化するとし，1日の摂餌時間を10時間とすれば，50尾の Copepoda を消化することになる。実際は，肛門近くになると，Copepoda の形がくずれるから，この2倍の100尾位は，1日に消化すると考えられる。体長 0.8mm の Copepoda の体重は，比重を1として，0.0153mg となる。従って，体長 10.0mm のマイワシの稚魚の，日摂餌量は 1.5mg となる。10.0mm のマイワシの稚魚の体重は 3.0mg である。従って，日摂餌率は 50% となる。この日摂餌率で転換効率を計算すると，$\frac{15.4}{50}\times100=30.8$ となり，前述のサバ，アジ類と比較して見て，妥当と思われる数値が得られたといえよう。Straight-gut 期を経て，胃の分化が完了した直後の成長期，即ち，体長 32.0〜41.0mm の期間では，平均日増重率は 10.0 であり，最大摂餌量指数は10である。1日3回飽食するとすれば，転換効率は 33.3% となる。しかし，マイワシでは，1日の摂時活動時間が，アジ類よりも長く，早朝より 20 時までに

Table 5.1 Body Length and (Number) of Prey

Predator / prey			Anchovy		Jack mackerel		Mackerels		Round herring		Sardine	
Species	Bl	$\frac{SOW}{BW}\times 100$	BL(No.) mm	BL^3 cm.	BL (No.)	BL^3	BL(No.)	BL^3	BL(No.)	BL^3	BL(No.)	BL^3
ゴマサバ	21	5.45	8(5)	0.512×5=2.56	10(1)	1.00						
	40	11.28	13(25)	2.197×25=54.92								
	56	15.44	38(1)30(2)16(2)	54.87+54+8.2=117.07								
	57		20(5)	8×5=40.0								
	57		28(1)33(1)	21.95+35.94=57.89								
	60	20.0	34(1) 8(2)	39.3+1.02=40.32								
◎	65	38.1	8(260)	0.512×260=133.7								
	79	25.0	30(4)	27×4=108.0								
◎	80	25.8	30(5)	27×4=135.0								
○	90				45(1)	91.12						
○	90		50(1)	125.0								
	90						33(1)	35.94				
	95		50(1)	125.0								
	96				45(1)	91.12						
	100		50(1)	125.0								
	105				45(2)	182.25						
	79				28(2)	43.9						
	68	13.6	24(2)20(2)	27.64+16=43.65								
	60	8.42	30(1)	27.0								
	58	12.80	23(1)	12.16								
マサバ ○	78		50(2)	250.0								
○	78				45(2)	182.25						
	88				45(2)	182.25						
	98				45(1)	91.12						
	100				45(2)	182.25						
	102		60(2)	216×2=432								
	114				45(1)	91.12						
	43	25.30	17(5)	4.91×5=24.55					16(1)	4.1	(ドロメ)17(1)10(1)	4.91+1=5.91
	45	22.90									(ドロメ)14(7)10(1)	20.21
○	40	24.60	22(1)	10.65							(ドロメ17(2))	9.83
○	42	23.11	31(1)	29.79								
◎	42	19.10	28(1)20(1)	21.95+8=29.95							(ドロメ7(1)	0.34)
○	40	19.25	25(1)20(2)	15.62+8×2=31.62								
◎	35	20.40	20(2)15(3)10(1)	8×2+337×3+1=27.11								
◎	35	22.70	20(2)18(2)	8×2+5.83×2=27.66								
	26	25.00									(サビハゼ8(1)	0.51)
(消化進む)	65	19.85	25(5)22(2)	15.62×5+10.65×2=99.4								
○	53	22.50	25(1)23(3)	15.62+12.17×3=52.13							(サビハゼ11(1)	1.33)
○	50	23.60	25(1)23(2)21(1)15(1)	15.62+12.17×3+9.26+3.37=54.76								
◎	42	24.40	25(1)22(1)20(1) {22(1)}	15.62+10.65+8=34.27+{10.65}=44.92								
◎	42	22.85	23(1)20(1)28(1)}	12.17+8.0=20.17+{21.95}=42.12								
	42	19.70	23(1)20(1)	12.17+8=20.17							(サビハゼ12(1)	1.73)
○	40	24.60	21(2) {23(1)}	9.26×2+{12.1}7=30.96							(〃 〃	〃)
○	41	22.60	24(2)	13.82×2=27.64								
○	41	22.60	20(2) {24(1)}	8×2+(13.82)=29.82							(サビハゼ13(1)	2.2)
	40	30.70	24(1)20(1) {24(1)}	13.82+8+{13.82}=35.63							(〃 10(1))	
	56	24.10	29(1)23(2) {20(12)}	24.39+12.17×2=48.73+{96}=144.73								
◎	42	22.80	24(1)20(1) {24(1)20(1)}	13.82+8=21.82+{21.82}=43.64								
◎	42	21.40	25(1)24(2)	15.62+13.83×2=43.25								
	39	24.20	23(1)20(2)	12.17+8×2=28.17								
	40	23.80	25(1)20(1)18(1)	15.62+8+5.38=29.0							(Mysis)12(1)	1.73
	41.5	26.70	23(1)20(2) {25(1)}	12.17+16=28.17+{15.62}=43.89								
	43	28.60	25(1) {25(1)}	15.62+{15.62}=31.24					20(1)	8.0		
	35	22.80	24(1)	13.82								
	47	23.80	21(3)	9.26×3=27.78								
	40	22.20	31(1)	29.79								
	34	24.00	28(1)	21.95								
	30	26.00	23(1)	12.17								
	30	20.70	21(1)	9.26								
	60	27.00	32(1)38(1)	32.76+54.87=87.63								
	59	21.00	22(2)15(1)	10.52×2+3.37=24.67							サビハゼ 13(2)10(3)8(1)	4.4+3+0.51=7.91
	50	20.30	22(2)16(2) {22(1)}	21.3+8.2=29.5+{10.65}=40.15	18(1)	5.83						
	48	29.00	23(2)16(5) {23(2)}	24.34+20.5=44.84+{24.34}=69.18								
	48	22.00	26(1)22(2)15(2) {26(1)15(2)}	17.57+21.3+6.75=45.62+{24.31}=69.93								
	52	20.00	20(5)16(1) {16(1)}	40+4.1=44.1+{4.1}=48.1							(サビハゼ)13(1)	2.2
	51	23.80	20(6)16(1)	48+4.1=52.1								
	45	22.00	18(1) {24(1)}	5.83+{13.82}=19.65							(サビハゼ)20(1)12(1)	8+1.3=9.3
	47	23.50	24(1)16(3) {22(1)}	13.82+12.3=26.12+{10.65}=36.77								
	44	30.00	24(1)22(2)15(2) {22(3)}	13.82+21.3+6.75=52.52+{31.95}=84.47								

		45	24.40	24(1)20(2)15(1){15(1)}	13.83+16+3.37=33.2+{3.37}=36.57								
		47	21.60	22(4)	10.65×4=42.60								
		47	26.80	26(1)15(3){26(1)}	17.57+10.12=27.69+{17.57}=45.26							(サビハゼ13(2)	2.2×2=4.4)
		38	22.20	24(1)20(1){20(1)}	13.82+8=21.82+{8}=29.82							(サビハゼ13(2)	2.2×2=4.4)
		38	23.20	16(4)22(1){18(1)}	4.1×4+10.65=27.05+{5.83{=32.83								
		36	29.83	24(2){12(1)}	13.82×2=27.64+{1.73}=29.37								
		35	22.20	22(1)20(2)	10.65+16=26.65								
		45	25.30	24(2)20(2)	27.64+16=43.64								
		45	30.20	28(2){20(1)}	43.90+{8}=51.90								
		45	19.55	26(1)22(1)	17.57+10.65=28.22								
		41	24.30	22(1)16(4){22(1)}	10.65+16.4=27.05+10.65=37.70							(サビハゼ14(1)	2.74)
		44	28.10	25(2)22(2)	31.24+21.3=52.54							(サビハゼ18(1)14(1)	5.83+2.74=8.07)
		45	25.60	30(1)22(2)	27+21.3=48.3								
		46	22.10	22(3)18(4)	31.95+23.32=55.27								
		42	25.30	23(2)20(2)12(1)	24.34+16+1.73=42.07								
		80	22.34	30(1)23(4)18(1)10(2)	27+48.68+5.83+2=83.51								
				{26(2)22(20)}	35.16+216=248.16							(サビハゼ12(2)	3.46)
	×	80	20.40	30(4)23(1)	108+12.17=120.17							(〃 {16(2)	8,2})
				{30(3)}	81.0								
	×	63	28.40	30(1)26(1)20(3)	27+17.57+24+52.47+10.11=131.15								
				18(9)15(3)								サビハゼ(20(1)16(2)10	(2)8+8.2+2=18.2)
		61	27.80	31(1)28(1)26(1)22(4)18(5)	27+21.95+17.57+42.6+29.15=138.27							(サビハゼ12(1)	1.73)
		58	22.80	28(1)26(1)22(3)20(1)12(1)	21.95+17.57+31.95+8+1.73=91.2							(〃 14(2)	2.74×2=5.48)
		55	29.70	28(2)16(12)12(1)	43.9+49.2+1.73=94.82							(〃 16(1)8(1)	4.1+0.51=4.61)
		55	27.80	28(2){28(2)}	43.9+{43.9}=97.8							(〃 16(1)8(1)	4.1+0.51=4.61)
		53	31.70	22(12){24(1)}	127.8+13.82=141.62								
		78	19.30	38(2)20(2){38(1)}	54.87×2+8×2=125.74+54.87=180.51								
チダイ		36	8.60		0.512×8=4.096	Mysis 14(2)12(1)	5.48+1.73=7.21						
		23	8.33		2+11.66+32=45.66	Mysis 14(1)	2.74						
		25	10.80		42.6+3.37=45.97								
		36	5.00	8(8)	5.83+1=6.83			サビハゼ(5(1)	0.125				
		41	6.06	)10(2)18(2)20(4)	5.83								
		45	8.24	23(4)15(1)	Weight 0.20g 8×6=48.0								
		41	6.22	18(1)10(1)	8×4=32.0			(サビハゼ16(1)	4.1				
		38	6.05	18(1)		サビハゼ(10(3)	3.0	(Copepoda多シ)					
		57	7.00	20(6)		サビハゼ(15(1)12(1)	3.37+1.73=5.10						
		55	6.80	20(4)		(Mysis 8(2)1.024							
						(Mysis 多シ)							
ムツ		100				40(1)45(1)	64+91.12=155.12						
		126				50(2)	125×2=250						
		102				50(1)	125						
		114				50(2)	250						
		138				60(1)	216						
		132											
		103								ヤマトカマス 110(1)	1331		
		136				52(1)	140.61						
		128				72(1)	373.25						
		80	8.20	40(3)	192.0	60(1)	216						
		90		45(2)	91.12×2=182.24								
		79	3.74	40(2)	128	30(1)	27.0						
		72		55(1)	166.37								
マアジ		25		8(2)	1.02								
		26		11(1)13(1)	3.53								
		36		25(1)	15.62								
		23		9(1)	0.73								
		30		9(8)20(1)	13.89								
		47		9(79)	57.87								
		48		16(5)10(1)	21.5								
	◎	50		8(115)	58.65								
	◎	49		20(8)	64.0								
		52		25(6)	93.72								
		59		8(44)	0.51×44=22.44								
		57		10(1)30(3)25(1)	97.62								
		65		30(1)25(2)12(2)	61.72								
		70		9(46)	0.73×46=33.58								
	◎	79		10(134)	134.0								
	◎	79		12(80)	1.73×80=138.4								
		48											
		42	6.62										
	○	40	12.10	21(1)18(2)15(1){18(1)}	24.29+{3.37}=27.66					20(1)	8.0	Mysis (Eusphausia)	
	○	40	10.0	18(2){18(1)}	11.66+{5.83}=17.49	サビハゼ14(1)	2.74						
		37	8.45	18(2)	{11.66}							{Mysis 14(2)5.48}	
		36	9.10	18(1)	5.83	サビハゼ14(1)	2.74					{Mysis 14(2)5.48)	〃 14(1)2.74}
		35	9.34	16(1){16(2)}	4.1+{8.2}=12.3							{ 〃 14(2)5.48}	
	○	33	14.50	{16(1)}	{4.1}	サビハゼ12(1)12(1)	1.73+1.73=3.46					{Mysis 14(1)	〃 14(1)5.48}
		32	13.80	16(1)12(1){12(1)}	7.57	サビハゼ14(1)	2.74)					{Mysis 10(5)5.0}	
	○	31	9.10	18(1){18(1)}	11.66								
	○	31	10.63			サビハゼ10{(2)10(1)}	3					{Mysis 10(4)4.0}	
	○	31	9.6	18(1){15(2)}	12.58								
	○	33	10.92	{22(1)}	{9.26}								
		29	13.90	22(1)	9.26	サビハゼ13(1)12(1)	3.93						

マエソ	75				29(1)	24.9						
	80		33(5)	35.94×5=179.7								
	92		31(1)	29.79	32(1)	37.77					(ドロメ17(1)	4.91)
	134				61(1)	226.98						
	88	20.20	37(1)	50.65					アユ35(1)	42.87		
	93	18.75							35(2)	85.74	35(1)	42.87
	88	23.19									サビハゼ(48(1)20(2)	110.6+16=126.6
	84	14.95							35(1)	42.87		
アジロ	130				35(1)46(1)	42.78+97.34 =140.12						
ヤマトカマス	37	20.0									サビハゼ(13(1)	2.2)
	39										サビハゼ(10(1)	1.0)
	83						30(1)	27.0				
	83				45(1)	91.12						
	70				35(1)	42.78						
	80		43(1)	79.51								
	72		43(1)	79.51								
	88		22(5)40(1)	10.65+64=74.65	30(1)	27.0						
	95		60(1)	216.0								
	95		65(1)	274.62								
	90		60(1)	216.0								
	100		60(1)	216.0								
	107		60(1)	216.0								
	107				45(1)	91.12						
	102		56(2)	175.61×2=351.22								
	102											
	110		22(17)45(1)	287.55+91.12=378.67								
	112		60(2)	216×2=432.0								
	100		60(1)	216.0								
	140		70(2)	343×2=686.0								
	130				62(1)	238.33						
	140								キヒナゴ 100(1)	1000		
アカカマス	234				50(1)	125.0						
	250				66(2)	575.0						
	230				65(1)	274.62						
	243				70(2)	686.0						
ネンブツダイ	78		35(7)	42.78×7=299.46								
	87				50(1)	125.0						
	96		60(1)	216.0								
	101				50(1)	125.0						
イトヒキアジ	65		11(49)15(5)	60.17+16.87=83.04	13(3)	2.2×3=6.6						
	82		11(90)15(4)	119.7+22.4=142.1	13(5)9(1)	2.2×5+0.72 =11.72					ナベカ(9(1)	0.72)
マルアジ	41		23(3)									
	42		23(2)									
ウルメイワシ	40	4.06							18(1)	5.83		
	83		20(1)13(66)	8+145.2=153.2								
	80		15(53)	168.99								
	85		12(27)18(1)	46.71+5.83=52.54								
	90		13(56)	123.2								
	104		14(40)	2.74×40=109.6								
	140		11(23)25(4)	30.59+62.5=93.09								
	66		15(5)25(1)	16.87+15.62=32.49								
	73		11(30)	1.33×30=39.9								
	90		25(15)15(2)	234.37+6.75=241.12								
	75		20(10)	8×10=80								
	70		25(5)	15.62×5=78.10								
	83		15(35)	118.12								
	85		15(15)11(20)	50.62+26.6=77.22								
	86		15(40)18(4)	135+5.83=140.83								
	90		18(29)25(2)	169.07+31.25=200.32								
	87		20(27)30(8)	216+216=432								
	89		20(56)	8×56=448	6(5)	1.08						
	95		12(98)	169.25								
	38	9.52									18(1)	5.83
	36	5.00							12(1)	1.73		
	32								12(1)	1.73		
	34	6.45							15(1)	3.37		
	47	2.94							17(1)	4.91	ドロメ ·(6(1)	0.216
	47	3.53									サビハゼ(15(1)	3.37
	57	6.90	20(4)	8×4=32							サビハゼ 7(1)	0.343
	56	6.30	18(2)12(2)	11.63+3.45=15.08								

Table 5.2 Numbers a[illegible]

(1[illegible]

Predator: Species	BL	$\frac{SCW}{SW}\times 100$	An B.L.
S.tapeinocephalus	mm		
ゴ マ サ バ	65	31.80	8(26[illegible]
	80	25.80	30(5[illegible]
S.japonicus	42	23.11	31(1[illegible]
ホ ン サ バ	42	19.10	28(1)20(1)
	35	20 40	20(2)15(3)1[illegible]
	35	22.70	20(2)18(2)
	42	24.40	25(1)22(1)2[illegible]
	42	22.85	23(1)20(1)
	42	22.80	24(1)20(1)
	42	21.40	25(1)24(2)
	48	29.00	23(2)16(5)[illegible]
	48	22.00	26(1)22(2)1[illegible]
	47	21.60	22(4)
	47	26.80	26(1)15(3)[illegible]
	38	23.20	16(4)22(1)[illegible]
	38	22.20	24(1)20(1)[illegible]
	36	29.83	24(2){12(1)
	35	22.20	22(1)20(2)
	45	30.20	28(2){20(1[illegible]
	45	25.60	30(1)22(2)
	42	25.30	23(2)20(2)1[illegible]

(2). In the Case of Poly-s[illegible]

Predator: Species	BL.	$\frac{SCW}{BW}\times 100$	Sardine BL. (No.)
S.tapeinocephalus	mm		mm
ゴ マ サ バ	90		
	90		50(1)
S.japonicus	78		50(2)
マ サ バ	78		
	45	22.90	
	45	25.30	24(2)20(2)
	40	24.60	22(1)
	40		21(2){23(1)}
	40	23.80	25(1)20(1)18(1)
	53	22.50	25(1)23(3)
	50	23.30	25(1)23(2)21(1)15(1)
	50	20.30	22(2)16(2){22(1)}
	52	20.00	20(5)16(1){16(1)}
	51	23.80	20(6)16(1)
T.japonicus	40	12.10	21(1)18(2)15(1){15(1)[illegible]
マ ア ジ	40	10.00	18(2){18(1)}
	33	14.50	{16(1)}
	33	10.92	{22(1)}
	31	9.10	18(1){18(1)}
	31	10.63	
	31	9.60	18(1){15(2)}
	30	8.00	{12(1)}
	30	11.10	18(1)

ıd Body Length of Preys in The Saturated Stomach of Predator

ı. In the case of Mono-species Feed upon

chovy (E.japonica) mm. (Nos)	$\Sigma\frac{}{BL}3$ cm.	Predator Species	BL	$\frac{CSW}{SW}\times 100$	Prey: Anchovy B.L. (Nos.)	$\Sigma\frac{}{BL}3$ cm.
		T.japonicus				
ı)	133.7	マアジ	50		8(115)	58.65
ı	135.0		49		20(8)	64.00
ı	29.79		79		10(134)	134.00
	29.95		79		12(80)	138.4
0(1)	27.11					
	27.66					
:0(1) {22(1)}	44.92					
28(1)}	42.12					
24(1)20(1)}	43.64					
	43.25					
23(2)}	69.18					
.5(2) {26(1)15(2)}	69.93					
	42.60					
26(1)}	45.26					
18(1)}	32.83					
20(1)}	29.82					
}	29.37					
	26.65					
·}	51.90					
	48.30					
.2(1)	42.07					

ɔecies Feed upon (f···BL. 40mm. f···BL.30mm. Anchovy)

	Horse mackerel				Gobies				Mysis				
$\Sigma\frac{}{BL}3$	BL. (No.)	$\Sigma\frac{}{BL}3$	$\frac{f_2}{f_1}$	$\frac{f_2}{f_1}\Sigma\frac{}{BL}3$	BL (No.)	$\Sigma\frac{}{BL}3$	$\frac{f_3}{f_1}$	$\frac{f_3}{f_1}\Sigma\frac{}{BL}3$	BL (No.)	$\Sigma\frac{}{BL}3$	$\frac{f_3}{f_1}$	$\frac{f_3}{f_1}\Sigma\frac{}{BL}3$	$\Sigma\Sigma\frac{}{BL}3$
(cm)	mm												
	45(1)												143.9
125.0													125.0
250.0													250.0
	45(2)	182.24											287.8
					(14(7) 10(1))	(20.21)	(2.0)	(40.42)					40.42
43.64													43.64
10.65					(17(2))	(9.83)	(2.0)	(19.66)					30.31
30.96					1.2(1)	1.73	1.6	2.76					33.72
29.00									12(1)	1.73	2.0	3.47	32.47
52.13					11(1)	1.33	1.6	1.96					54.09
54.76													54.76
40.15	18(1)	5.83	1.56	9.10									49.15
48.10					13(1)	2.2	1.6	3.52					51.63
52.10													52.10
27.66													27.66
17.49					14(1)	2.74	1.6	4.4	14(2)	5.48	(2.0)	10.96	32.85
4.1					12(1) {12(1)}	3.46	1.6	5.55	14(2)	5.48	2.0	10.96	20.61
9.26					13(1) 12(1)	3.93	1.6	6.29	14(1)	2.74	2.0	5.48	21.04
11.66													11.66
					10(2) {10(1)}	3	1.6	4.8	10(4)	4.0	2.0	8.0	12.80
12.58													12.58
1.73									14(2)	5.48	2.0	10.96	12.69
5.83									12(2)	3.46	2.0	6.92	12.75

なっている。従って，1日の飽食回数を4回とすれば，転換効率は 25% 程度となる。しかし，既に記述したように，マイワシでは，摂餌量指数約4を維持しつつ，連続摂餌を行い，摂餌活動の終了期に，指数10.0になるような，摂餌を行うこともあると思われるので，胃での消化速度が不明では，日摂餌量の推定は困難であろう。ウルメイワシ，カタクチイワシについても，同様なことが考えられる。

チダイ，

体長 6.0〜12.0mm の生長期では，最大摂餌量指数は20，平均日増重率は13である。1日の飽食回数は，13時以後の状態が不明であるので，正確にはいえないが，一応13時頃で摂餌中止すると仮定すれば，1日2回飽食することになり，日摂餌率は40となり，転換効率は32.5%となる。体長 12.0〜19.0mm の成長期での，日摂餌率は，前成長期とほぼ同じと考えてよいから，転換効率は$\frac{11.9}{40}\times 100=29.75$ となる。体長 19.0〜25.0mm の成長期間では，日摂餌率は，$\frac{17.0+13.0}{2}\times 2$ として，30となり，転換効率は，$\frac{8.5}{30}\times 100=28.3$ となる。体長 25.0〜30.0mm の成長期では，日摂餌率は，$\frac{13.0+9.5}{2}\times 2=22.5$，従って転換効率は $\frac{6.2}{22.5}\times 100=27.6$ となる。体長 34.0mm 以上 50.0mm では，最大摂餌量指数は 9.0 で一定であり，又，平均日増重率も 3.3〜3.5 で大なる変化はない。この間の転換効率は，$\frac{3.5}{18}\times 100=$ 19.4 となり，急に小さくなっている。

以上のように，ゴマサバ，マアジ，イワシ類，チダイでは，成長に伴って，最大摂餌量指数が減少して一日の摂餌率は減少する傾向があるとともに，餌料の転換効率も低下することは，HATANAKA & TAKAHASHI，畑中の飼育実験の結果とよく一致している。

将来の研究として，海洋中の Micro-plankton 量を調査する場合，本城等のように，海水より沈澱濃縮法で，Micro-plankton を採集して定量することも必要であろうが，大体の目安として，群捕食率の大きい仔魚，例えば，ギンポ型仔魚，メジナ，オヤビッチャ，ブリ等の仔魚，稚魚を，それぞれの季節的代表魚として，それらが捕食している，Copepoda の Nauplius，及び Copepodid larva の数を調べ，相対的な Micro-plankton の豊度を比較することは，労力が節約される点で，よい方法だと考える。

5.2° 魚種間の競合としての食性。

幼稚魚間で，捕食関係が，どのようにして規制されているか，摂餌圧迫なる作用があるかどうか，これらの点について考察しょう。

5.21 捕食規制

本研究の全過程で取扱った標本の内で，飽食状態に近いと思われるものを取り出して，その胃の内容物の種類別に体長を記入したのが，表 5.1 の 1〜9 葉である。この表に記入されているものより，魚種別に体長のほぼ等しい標本で，摂餌量指数の近似しているものを取り出し，単一種捕食のものを，表 5.2(1) に配列し，混食の場合を，表 5.2(2) に配列した。

a. 単一種捕食の場合

表，5.2(1) より数例を引用して説明しょう。

マサバでは，体長 42.0mm の標本で，体長 31.0mm のカタクチ1尾で，飽食状態に近い個体と，体長 28.0mm 1尾と，20.0mm 1尾とを捕食して，飽食状態にあるものとが見られる。このような場合，餌料種の体長（単位は cm とする）の3乗和を求むると次のようになる。

$$3.1^3=29.79$$

$$2.8^3+2.0^3=29.95$$

となって両者ともほぼ等しい数値となる。

同体長のもので，過飽食に近いものに，次のような例がある。

$$2.5^3+2.2^3+2.0^3+(2.2^3)=44.92$$

$$2.3^3+2.0^3+(2.8^3)=42.19$$

$$2.4^3+2.0^3+(2.4^3+2.0^3)=43.64$$

$$2.5^3+2\times2.4^3=43.25$$

$$2\times2.3^3+2\times2.0^3+1.2^3=42.07$$

但し，左辺は捕食されているカタクチの体長の3乗に，個体数を乗じたものであり，括弧内は，消化の進んでいるものを示す。ここでも，種々異なる体長のカタクチを，色々異った尾数で捕食している場合でも，体長の3乗和を作れば，ほとんどが近似した数値になるという現象が見られる。体長 48.0mm のマサバでも同様であって，

$$2\times2.3^3+5\times1.6^3+(2\times2.3^3)=69.18$$

$$2.6^3+2\times2.2^3+2\times1.5^3+(2.6^3+2\times1.5^3)=69.93$$

胃の内容物の体長組成には，著しい相違はあっても，体長の3乗和を取れば，ほぼ一定となる事実が見られる。

マアジの例を取って見ても，体長 50.0mm のマアジが，体長 8.0mmのカタクチ115尾で飽食に近い状態にあり，体長 49.0mm のマアジが体長 20.0mm のカタクチ8尾で飽食している。この場合，カタクチの体長の3乗和を取れば，それぞれ，58.65 と 64.0 となり，近似した値である。体長 79.0mm のマアジは，一方は，体長 10.0mm のカタクチ134尾で飽食し，他方は，体長 12.0mm のカタクチ80尾で飽食状態にある。それらでは次のようになる。

$$1.0^3\times134=134.00$$

$$1.2^3\times80=138.4$$

このような事実は，体長の等しいものでは，飽食時に膨大し得る胃の容積は，ほぼ等しいとするとき，胃の内容物の容積も，ほぼ一定であろう。従って，肥満度の等しい餌生物では，体長の3乗和に近似していることは，当然のことであろう。

この事実に基づいて，次の法則が得られる。

法則1，捕食魚の体長が一定ならば，同一餌魚種が捕食される尾数は，その体長の3乗に逆比例する。

b，混食の場合

ここで取り扱うのは，同一の捕食魚種が，個体によって，異った魚種を捕食している場合，或は，同一個体が，種々な餌生物を捕食している場合で，比較的計算の容易なもののみを撰んだ。

ゴマサバの例で，体長 90.0mm の1個体は，体長 45.0mm のマアジ1尾を捕食し，他の1個体は，体長 50.0mm のカタクチを1尾捕食している。この場合，それぞれの餌生物の体長（単位は cm を取る）の3乗は，マアジは 91.12，カタクチでは 125.00 となって，大きな差異がある。しかし，マアジの肥満度は，表2.2より $f_1=16.0$，カタクチの肥満度 $f=10.22$，従って，$91.12\times\frac{f_1}{f}=91.12\times1.56=143.9$ となり，両者の値はやや近似してくる。しかし，Fig. 4.17 で見られるように，体長 45.0mm のマアジに対応するカタクチの体長の理論値は，52.0〜53.0mmであり，その3乗は，140.61〜148.9 となり，上の肥満度の比で補正計算した値と，全く近似したものになる。

マサバの例で，体長 78.0mm のマサバの1標本は，体長 45.0mm のマアジで，飽食状態にあり，他の1標本では，体長 50.0mm のカタクチで飽食している。この場合，

$2\times4.5^3\times\frac{f_1}{f}=2\times4.5^3\times1.56=287.8$ と，

$2\times5.0^3=2\times125=250.0$ となる。しかし，Fig. 4.18 によると，体長 45.0mm のマアジに対応するカタクチの体長は 52.0mm となっているので，理論的には，

$2\times5.2^3=281.22$……となるとすれば，体長 45.0mm のマアジと，体長 52.0mm カタクチとは，餌料として等価であるといえよう。

次に，同一標本が，種々の餌生物を混食しているが，個体によって，混食状態が異なる場合を考える。体長 45.0mm のホンサバで，1標本は，ドロメを捕食し，その内容は，体長 14.0mm のもの7尾と，10.0 mm のもの1尾であり，他の標本では，体長 24.0mm 及び 20.0mm のカタクチを各2尾づつ捕食している。

ドロメ捕食では，　$7\times1.4^3+1.0^3=20.21$

カタクチ捕食では，　$2\times2.4^3+2\times2.0^3=43.64$

しかし，表2.2によれば，体長 30.0mm以下のもの，肥満度 $f'=5.05$ であり，ドロメの肥満度 $f_2=10.3$ である。従って，その比 $\frac{f_2}{f'}\fallingdotseq2.0$ とおけるので，

$20.21\times\frac{f_2}{f'}=20.21\times2.0=40.42$ となって，両者は近似する。

次に体長 40.0mm の3標本で　胃の内容物がそれぞれ異っているものについて，

例　(1) カタクチ，体長 22.0mm　1尾，ドロメ，体長17.0mm　2尾

例　(2) カタクチ，体長 21.0mm　2尾，23.0mm　1尾，

　　　　サビハゼ，体長 12.0mm　1尾，

例　(3) カタクチ，体長 25.0，20.0，18.0mm 各1尾，

　　　　ア　　ミ，体長 12.0mm　1尾，

表，2.2 より，サビハゼの肥満度 $f'_2=8.81$

表，2.1 より，アミの肥満度　　$f_3=10.08$

表，2.2 より，カタクチ BL<30.0mm の肥満度，$f'=5.05$

とすれば，$\frac{f'_2}{f'}\fallingdotseq1.6$，　$\frac{f_3}{f'}\fallingdotseq2.0$ 従って，

例　(1) $2.2^3+2\times1.7^3\times\frac{f_2}{f'}=10.65+9.83\times2=30.31$

例　(2) $2\times2.1^3+2.3^3+1.2^3\times\frac{f'_2}{f'}=30.96+1.73\times1.6=33.72$

例　(3) $2.5^3+2.0^3+1.8^3+1.2^3\times\frac{f_3}{f'}=29.00+1.73\times2=32.47$

と，肥満度の比で補正すると，近似した数値が得られる。

更に，マアジの体長 30.0mm〜31.0mm の5標本について，胃の内容物を示すと次のようになる。

例　(1) カタクチ，体長 18.0mm　2尾，

例　(2) サビハゼ，体長 10.0mm　3尾，アミ，体長 10.0mm　4尾，

例　(3) カタクチ，体長 18.0mm　1尾，15.0mm　2尾，

例　(4) カタクチ，体長 12.0mm　1尾，アミ，体長 14.0mm　2尾，

例　(5) カタクチ，体長 18.0mm　1尾，アミ，体長 12.0mm　2尾，

これより肥満度の比で補正した，体長の3乗和を求むれば

例　(1) $2\times1.8^3=11.66$

例　(2) $3\times1.0^3\times1.6+4\times1.0^3\times2.0=12.80$

例　(3) $1.8^3+2\times1.5=12.58$

例　(4) $1.2^3+2\times1.4^3\times2=12.69$

例　(5) $1.8^3+2\times1.2^3\times2=12.75$

これらの内，例 (1) を除けば，等しい数値になっていると考えてよかろう。

従って，次のように考えてよかろう。

$$\ell^3{}_1\times f_1=\ell^3{}_2\times f_2=\cdots\cdots\cdots\cdots\ell^3_i\times f_i$$

ℓ_i ……… $(i=1,2,\cdots,i)$　種々な餌生物の体長

f_i ……… $(i=1.,2,\cdots,i)$　同上。肥満度

のような関係が　魚類であろうと，甲殻類であろうと成立する。

故に，　$\ell_1=\ell_2\sqrt[3]{\frac{f_2}{f_1}}$

となるような，ℓ_1 と ℓ_2 とは，餌料として等価である，といえるので，次のような法則が得られる。

法則2．異種類の餌生物間で，体長にその種特有の肥満度の3乗根を，乗じた数値が，等しい体長の個体は，幼稚魚の食性では等価である。

C，Size Preference の上限の検討

4.42，b で，Size Preference の上限が，同一魚種でも，成長の段階で異なり，又，同じ魚種の同一体長

のものでも，基準とした魚種の相違によって，異った数値を取ることに注目しておいたが，法則２で，幼稚魚の食性では，肥満度が，捕食規制に大きな役割を持つように思える。このような観点より，Size Preference の上限を検討しよう。

ゴマサバ。

体長 30.0mm 以下のカタクチを基準とした場合

Size Preference の上限，　$\alpha max=76.0$……………(1)

ハゼを基準とすれば，　$\alpha max=42.2$……………(2)

体長 38.0mm 以上のカタクチを基準とした場合，　$\alpha max=60.5$……………(3)

マアジを基準とした場合，　$\alpha max=53.7$……………(4)

(1) の値と (3) の値との比は，$\frac{(1)}{(3)}=\frac{76.0}{60.5}\fallingdotseq 1.26$ となる。これは，体長 30.0mm 以下のカタクチシラスは，体長 38.0mm 以上の成魚型のものより，捕食し易い体形であることも１要因であろう。体形の総体的な比較には，肥満度を目安とした。表 2.2 によると，B.L. <30.0mm のものでは，肥満度は5.05，B.L. >40.0mm では，肥満度は 10.2 となり，両者の比は$\frac{10.2}{5.05}\fallingdotseq 2.0$とし，法則，２，に従って，３乗根を求むれば，

$\sqrt[3]{2}=1.259$ となり，$\sqrt[3]{\frac{f}{f_1}}=\frac{(1)}{(3)}$の値に近似する。

マアジとカタクチの成魚型とを基準とした場合では，

αmax の比は$\frac{(3)}{(4)}=\frac{60.5}{53.7}\fallingdotseq 1.13$

マアジの肥満度 $f_1=16.0\ \sqrt[3]{\frac{f_1}{f}}=\sqrt{1.56}=1.15$

従って，$\frac{(3)}{(4)}\fallingdotseq\sqrt[3]{\frac{f_1}{f}}$

ハゼ類を基準としたものは，αmax が過小である。これは，Nursery Area での，ハゼそのものの生態によると思われる。

マ サ バ。

Size Preference 上限は，それぞれの基準で

B.L. <30.0mm のカタクチシラス，　$\alpha max=80.0$………(1)

成魚型　カタクチ，　$\alpha max=66.0$………(2)

マアジ，　$\alpha max=59.0$………(3)

$\frac{(1)}{(2)}=1.21$

$\frac{(3)}{(2)}=1.12$

となって，ゴマサバの場合より幾分小さくなっているが，餌生物の体長測定の誤差を考えると，近似度のよい数値が得られているといえる。

成魚型のカタクチイワシの肥満度を 1.0 とすれば，餌料種の相違による，捕食魚の Size Preference の上限の変化については　次のような法則が得られる。

法則，３，捕食魚の Size Preference の上限値は，餌生物の種類によって異なり，餌料種の肥満度の３乗根に逆比例する。

（法則２，によると，体長 3.0mm の Copepoda は，肥満度が，28.0〜36.13 であるから，

$3.0mm\times\sqrt[3]{5.6}=5.3mm\sim 3.0mm\times\sqrt{7.226}=5.79mm$ のカタクチシラスと等価である。）

法則３，によって，主要魚の Size Preference の上限をカタクチ成魚型を基準として求むれば次のようになる。

魚種名	αmax	体長範囲
ゴマサバ	60.5	
マサバ	66.0	
マアジ	82.0⟶43.2	26.0mm⟶81.0mm
マエソ	47.6	
マイワシ	18.5	38.0mm⟶57.0mm
マイワシ	26.0	60.0mm⟶75.0mm
カタクチイワシ	38.0	28.0mm⟶40.0mm
カタクチイワシ	30.8	42.0mm⟶70.0mm
ウルメイワシ	42.0	38.0mm⟶94.0mm
ヤマトカマス	62.7	
マルアジ	45.4⟶41.0	37.0mm⟶67.0mm
チダイ	56.8⟶38.0	31.0mm⟶54.0mm
ネンブツダイ	63.5⟶74.2	50.0mm⟶85.0mm
ムツ	63.0<2max<73.8	

成長に伴って，Size Preference の上限の低下が，明瞭な魚種は，マアジ，カタクチ，マルアジ，チダイ等であり，逆に，見掛上大きくなっているものに，ネンブツダイがある。

捕食を規制している要因は，捕食者としては，その特有の Size Prefence 上限である。従って，この数値を以って捕食者の攻撃力の示標とすることができよう。餌料魚としては，各魚種特有の肥満度で代表される被捕食特性があり，法則(1)，(2)及び(3)によって，防禦力を示標としては，肥満度の3乗根を採用し得るようであり，同一魚種内では，体長の3乗が使用できよう。

d，Size Preference 発現の傾向

前記の Size Preference の上限内で，体形に対する撰択が，どのように発現されているかを見るために，魚類を捕食している標本について，魚種別に，Size Preference の上限に近い大きな体形のものを，少数捕食している割合と，著しく小形のものを，多数捕食している割合とを，計算すると次のようになる。

魚種名	小形のものを多数捕食	大形のものを少数捕食
ゴマサバ	15.8%	84.2%
マサバ	36.2%	63.8%
ムツ		100.0%
マアジ	70.0%	30.0%
ヤマトカマス	5.5%	94.5%
マエソ	12.5%	87.5%
ウルメイワシ	93.3%	6.7%
アカカマス		100.0%
ネンブツダイ		100.0%
イトヒキアジ	100.%	

これによると，成長に伴って，Size Preference の上限が，減少傾向にある魚種は，小形のものを多数捕食している。しかし，一般に魚食種と考えられる。サバ類，ムツ，カマス類，マエソ，ネンブツダイでは，大形の魚種を少数捕食するような傾向があって，体形に対する撰択性が大きく発現されるようである。

5.22 摂餌圧迫

a，同種内の摂餌圧迫

カバフトマスの漁獲量に見られる数量変動は，同種間の年令差による摂餌圧迫によるものと，考えられていることは既述の通りである。花村（1955）は，ニシンについて，卓越年級魚に次ぐ年級魚は，個体数も少く，成長も悪い。これは，卓越年級魚による，摂餌圧迫によるものと考えている。共喰い（Cannibalism）を，直接同種相食む場合のみに限定せず，同種内の摂餌圧迫をも，広い意味で共喰いと考えてもよいと思う。

表 5.3（2葉）は，同一魚種で明確に区別される体長群が，混獲された時の，体長群別の群捕食率を表示したものである。この表で，群捕食率が小さい体長群が，摂餌圧迫を受けたものとすると，Dominant な

Table 5.3 Press on the Feeding within Same Species (2) Round herring

Date	BL. Range	gfr.	Food	Dominant sp. (BL)	Refer.
	mm	%		mm	
33.2.10	23～31.0 15～24.0	60 0	Podon	"Ayu" 48～52.0	カタクチも混獲されている +
2.10	35～51.0 28.5～30.0	100 0	Larva of Polychaeta	Round h. 35～51.0	+
2.11	20～29.0 16～19.0	11 0	Podon	Anchovy 35～37	+
2.15	22.0	0	Crustacea	Anchovy 42.0	
3.18	16～27.0	0		"Ayu" 51～58	
2.22	46～55.0 27～30.0	100 0	Crustacea	R.h 46～55.0	+
1.13	27～30.0 24～26.0 21～23.0 19～20.0	95 50 25 40	Crustacea 〃 〃 〃		+
1.26	40～44.0 33～38.0	100 100	〃 〃		−
1.20	37～40.0 31～33.0 15～29.0	100 100 100	〃 〃 〃		−
2.4	40～60.0 35～36.0 15.0	100 100 0	Crus.Polych. larva 〃 〃	R.h. 40～60.0	−
1.13	32～36.0 27～31.5 18～26.0	82 20 58	Crustacea	R.h. 32～36.0	+
1.24	35～51.0 28～34.0 16.0	100 60 0	Anchovy. Crustacea 〃	R.h. 35～50.0	+
1.17	25～32.0 14～24.0	100 22	Round her. Crustacea 〃	R.h. 25～32.0	+
1.19	30～38.0 22～29.0	91 65	〃 〃	R.h. 30～38.0	+
1.25	36～55.0 26～32.5	100 60	〃 〃	R.h. 36～55.0	+
1.30	37～49.0 30～35.0	100 100	〃 〃		−
2.2	36～46.0 27～35.0	100 72	〃 〃	R.h. 36～46.0	+
2.15	55～57.0 23.0	100 0	Anch.Gobies. Crus.	R.h. 55～57.0	+

Table 5.3 Press on the Feeding Between Species (3) Jack mackerel

Date	BL, Range	Group feeding R.	Food	Dominant species
				mm
33.4.15 Set net	50~60.0 33~40.0	100 100	Anchovy, Crustacea 〃	Mackerel (50~70.0)
4.18	67~90.0 47~57.0 35~44.0	100 60 80	〃 〃 〃	Mackerel (58~77.0)
4.25	58~69.0 38~47.0	100 65	〃 Anchovy. Crustacea	Mackerel (50~84.0)
4.22	50~52.0 42~47.0 34~38.0	100 90 100	〃 〃 Anchovy. Crustacea	R.h. (74~90.0)
5.11	85~95.0 54~76.0 37~46.0	0 94 100	— Anchovy. Crustacea Crustacea	Mackerel (82~106.0)
5.10	51~64.0 43~50.0 31~40.0	100 100 70	〃 〃 〃	Mackerel (85~98.0)
5.1	47~57.0 33~45.0	45 70	〃 〃	Mackerel (71~95.0)
5.2	61~71.0 48~57.0 32~33.0	25 65 100	〃 〃 〃	R.h. (83~96.0)
7.10	95~107.0 38~55.0	100 75	Anchovy. Crustacea 〃	H.mz (95~107) R.h. (53~72.0)
5.2 Set net	61~71.0 48~57.0 32~33.0	25 65 100	Crustacea 〃 〃	Mackerel (70~100)
5.12	62~79.0 52~61.0 36~40.0	16 15 38	〃 〃 〃	Mackerel (66~100)
5.17	56~70.0 39~45.0	15 100	〃 〃	Mackerel (77~100)
5.11	52~62.0 67~83.0	100 100	〃 〃	Round herring (67~83)
4.29	56~66.0 43~52.0	100 100	〃 〃	Round herring (71~85)
6.2	61~64.0 47~56.0	50 100	Anchovy. Crustacea Crustacea	Round herring (64~80)
6.13	70~80.0 55~64.0	100 100	〃 〃	*T. lepturus* (710)
6.17	70~97.0 58~66.0	75 85	〃 〃	*T. lepturus* (714)
6.19	106~170.0 60~64.0	50 95	Anchovy. Crustacea Crustacea	*T. lepturus* (608)
4.30	55~69.0 44~49.0	0 50	〃 〃	Mackerel (83~98)
7.14	41~44.0 75~87.0	100 65	〃 〃	Round herring (73~77.0)

他の種がいなくて，カタクチイワシのみが存在している場合，体形の大きい群が，小さい体長群を圧迫していると解釈してよいものが，20例あって，全調査数の⅔に当る。その何れの例も，体長が小さくなるに従って，群捕食率が著しく小さくなっている。他方，中間の体長群の群捕食率が大きく，体形の大きい群の群捕食が小さくなっている例が3ケある。これは中間の体長群の個体数が，大形群より圧倒的に卓越している場合のようである。他に Donimant 種があるときは，カタクチの体長群別の群捕食率の差は顕著でなく，何れの体長群も小さくなっている。

ウルメイワシについても，同じようなことがいえる。例えば，昭和34年1月13日に，採集した標本では，

体長群	群捕食率
27〜30.0mm	95
24〜26.0mm	50
21〜23.0mm	25
19〜20.0mm	40

となって，体長の小さい群ほど，群捕食率が小さくなっている。このような例は，全調査回数18の内12回でカタクチと同様に，全調査回数の⅔を占めている。

カタクチ，ウルメイワシに見られるこのような現象は，種々の要因が交絡して，惹起されたものと考えられるが，大形魚による同種間の摂餌圧迫なる作用も否定できない。

b，異種間の摂餌圧迫

多くの魚種が混在し，しかも相互に，Size Preference の上限外の体長の群のみについて，摂餌行動の優位性を判定する準備として，

（1），Size Preference 発現状況。

固有の Size Preference上限が　発現されている魚種を，Dominant 種と考える。

（2），群捕食率の大小。

舟曳網の漁獲物では，表4.3に見られるように，アジ類，サバ類，チダイ，アユ等が，群捕食率が大きく，マアジ，チダイ，サバ類が，Size Preference の上限を発現している。従って舟曳網の漁場では，これらの魚種が優位種であり，イワシ類は劣勢種と考えられる。

小台網の漁獲物では，サバ類，ウルメイワシの群捕食率が大きく，マアジでは小さい。この傾向は，5，6月より7月の方が，より顕著にあることは，表 4.7〜表4.9 で明らかであり，体長が 60.0mm 以上のものでは，ウルメはマアジより優位に立ち得るようである。(表5.4)

カタクチに見られる，群捕食率の季節的変化は，他の優位魚種による，摂餌圧迫の有無によるものと考えられる。(4.21，表 4.4)

表5.3（第3葉）は，他に Dominant 種が，存在した場合のマアジの摂餌状況を示したもので，この場合，摂餌圧迫を受けていると思われるものは，Dominant 種とほぼ体長の等しいマアジ群であり，群捕食率は低下し，魚食性が発揮できないように思える。これに反し，体形の小さい方のマアジ群が，摂餌圧迫を受けていないように見えるのは，小台網に入網する前の游泳水域が，異っていたのではなかろうか。

以上のように，食性を通じて見られる幼稚魚間の競合は，Food Complex と Depression of Feeding であり，前者は魚種固有の Size Preference の上限内で，相互に遭遇して起るもので，この遭遇が有利となった幼稚魚は，生残率が大きくなり，不利な立場におかれた魚種は，生残率が小さくなる。摂餌圧迫（Depression of Feeding）は，普通大形魚と小形魚の間に，又，数的に卓越した魚種が劣勢種を圧迫する。その他，種々の場合もあり得るようで，本研究では，この点は充分に究明できていない。今後の研究で明らかにしたい。

5.3° 食害による幼稚魚期の減耗

仔魚，幼稚魚期の漁獲以外の原因による減耗の状況，即ち，自然死亡状況，及び，その要因群を究明することは，若令魚を漁業の主対象としている我が国では，資源の数量変動を，早期に予察する必要よりして，

極めて重要な問題で，近年これを主題とする研究が発足した。その研究の方向としては，一つは仔魚の主要餌料の分布密度に関するものであり，他の一つは，魚種間の競合に関するものである．餌料の不足による仔魚，稚魚の餓死は，餌料の分布密度に直接関連し，仔魚，稚魚の分布密度と相対的に関連するように考えられる。

魚種間の競合は，Natal Ground では，稚魚相互間には，特例的にしか認められないが，未成魚，又は成魚による Predation はあり得ると思われ，目下資料の集積中であるが，既述の通り，Nursery Area での，幼稚魚間の競合は，劇しいものがある。ここでは，競合の内容を解析して，これに伴う幼稚魚の減耗量の推定を試みよう。

Table 5.4 Number of fishes eaten by Predator

Gear Nos.prey / Predator	Set net Nos.	Set net %	Boat seine Nos.	Boat seine %	Net collection Nos.	Net collection %	Reference
S.tapeinocephalus ゴマサバ	91	(36.8)18.6	78	70.5			( )……
S.japonicus マサバ	78	(51.3)28.7	276	77.5	1	11.1	Evening
T.japonicus マアジ	112	5.7	334	42.4	1	1.0	haul
S.undosquamis マエソ	16	80.0	22	78.5			
E.micropus ウルメイワシ	240	21.2	28	2.3			
S.melanosticta マイワシ	5	3.9	5	0.8			
E.japonica カタクチイワシ	6	4.9	34	0.7			
S.japonica ヤマトカマス	200	41.8	15	88.5			
S.pinguis アカカマス	11	44.0	2	100			
T.lepturus タチウオ	20	41.8	6	100			
S.boops ムツ	82	75.0					
A.semilineatus ネンブツダイ	54	33.8					
A.cilialis イトヒキアジ	11	31.4					
P.altiveis アユ			31	16.2			
Ev.japonica チダイ			31	23.6			
S.genionema サビハゼ			9	3.2			
S.sihama キス			12	28.6			
L.rivulatus オキヒイラギ			3	100			
D.maruadsi マルアジ	1	2.6					
D.lajang ムロアジ	2	66.7					
H.orientalis バショウカジキ					1	100	
D.trossulus ニジギンポ					1	7.2	
U.japonicus ミシマオコゼ					2	87	

5.31 魚食依存度

幼稚魚が，Nursery Area で，餌生物として，魚類に依存している度合は，胃の内容量に準拠して推定するべきだと考えるが，操作に困難を伴うので，ここでは，全調査尾数を魚類捕食個体数との百分率を使用した。

表，5.4 で，ゴマサバについて見れば，舟曳網での漁獲標本では，70.5% が魚食している。小台網での漁獲標本では，夕持ちのもので 36.8%，朝持ちと夕持ちとをプールして，18.6% の個体が魚食していた。マサバでは，全般に，ゴマサバより魚食度が大きく，それぞれ，77.5%，51.3%，28.7% となっている。マアジでは比較的に小さく，舟曳網のもので 42.4%，小台網のものでは，5.7% となって，極めて小さい。その原因は，既述のように，成長に伴う Size Preference の上限の減少と，他の魚種によって，摂餌圧迫を受けるためと考えられる。イワシ類では，舟曳網のものでは，魚食依存度は極めて小さいが，小台網のものでは幾分大きくなっている。特にウルメイワシでは，21.2% となって，著しく大きくなっているのは，舟曳網の漁獲物より小台網の漁獲物の方が，体長が著しく大きく，魚食も可能になったためである。マエソ，カマス類，ムツ等は，魚食依存度は大きく，又調査尾数も多いが，実際の漁獲尾数は，サバ類，アジ類，イワシ類に比して，著しく少い。従って，魚食依存度は大きくても，これらによって，減耗される幼稚魚の量ははあまり大きくないと考える。

以上のように，サバ類，アジ類では，稚魚期には魚食依存度が大きく，成長に伴って，魚食の割合が減少

する傾向にあり，ウルメイワシは，体長 50.0mm より 100.0mm の幼魚期に，魚食の割合が多くなっているといえる。

捕食されているイワシ類の体長組成は，表 4.13，及び表 4.14 に示した通りであるが，それより千分率を求めて，累積和を作ると，表 5.5，表 5.6 のようになる。カタクチでは，全尾数の 517‰ が体長 13.0mm 以下のものであり，（未だシラスとして漁獲されない体長のもの）体長 30.0mm 以内のものの占める割合は，約 963‰ であって，体長 10.0 mm 前後より多数捕食されるようになり，Plate 1，Pane 5 .のカタクチの仔魚の生残曲線に見られる不連続点に相当する体長であるが，しかし生残曲線に見られる急激な低下が，食害による減耗を示したものであるとするよりも，体長 10.0mm 前後の稚魚は，Natal ground より，Nursery Area え移動するものが，増加すると考えた方が妥当であろう。即ち，産卵調査の行われる海区よりも，更に沿岸に近い海域に移行する。従って，産卵調査海区での，見掛上の生残率が激減するとすべきであろう。そうして，Nursery Area では，大きな食害を受けることになる。

ウルメイワシでは，体長 10.0mm～20.0mm のものが，634.4‰ を占めて最も多く，体長 30.0mm 以内のものは 719.8‰ となり，カタクチよりも低率である。いいかえると，ウルメイワシでは，体長 30.0mm 以上のものの捕食されている割合が，カタクチよりも多いといえる。

マイワシでは，体長 25.0mm 以上のものが，捕食されているのは見られなかった。体長 6.0mm のものが過半数を占めている。

このように，イワシ類では，Predation によって減少する割合は，体長 30.0mm 以下の稚魚で，著しく大きいといえる。

5.32 Predation の機構

捕食は，魚種特有の Size Preference の上限以内で，発現されるものと思われるので，捕食魚の成長に伴う餌料魚体長の上限は，

$$\alpha i = L\max \times \sqrt[3]{\frac{f}{fi}} \times \ell$$

Li………被捕食魚の体長の上限，
αmax…カタクチを基準とした
ℓ………捕食魚の体長の上限
f………カタクチの肥満度
fi………被捕食魚の肥満度

2，3の魚種について，Li を計算して図示したのが，Fig. 5.2～Fig. 5.5 である。

Fig. 5.2 Spotted mackerel and Round herring

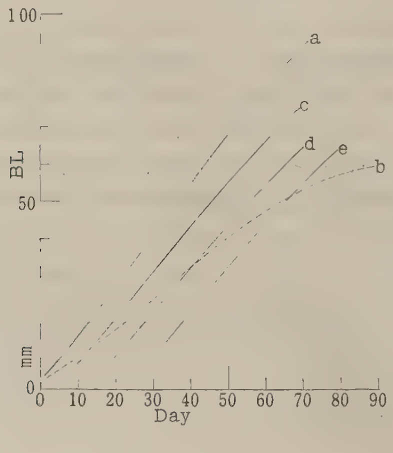
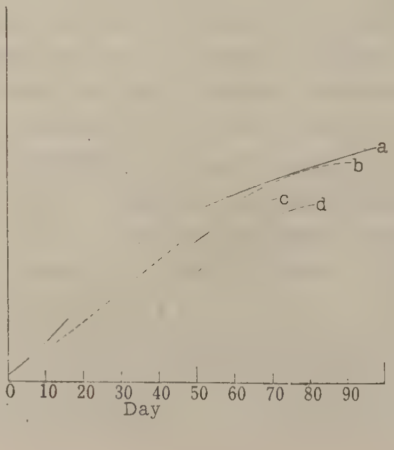


Fig. 5.3 ゴマサバとカタクチ
Spotted mackerel and Anchovy



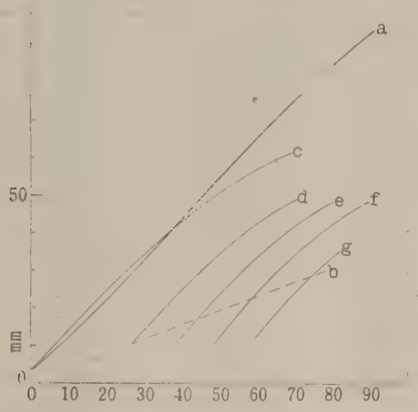


Fig. 5.4 ウルメとマアジ
Round herring and Jack mackerel

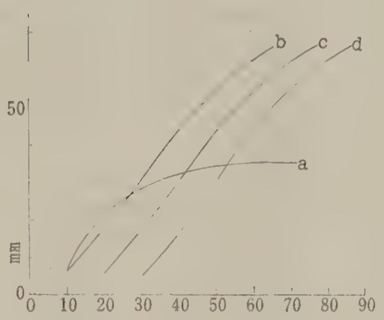


Fig. 5.5 マアジとウルメ
Jack mackerel and Round herring

Fig. 5.2 で曲線 a は，ゴマサバの日成長曲線であり，それより上式で Li を計算したのが曲線 b である。c 曲線は，ゴマサバと同時に発生した，ウルメイワシの日成長曲線であるが，体長 33.0mm 以下のものは，肥満度が異なるので，補正した体長になっている。c 曲線は，常に b 曲線の上方にある。従って，両者が同時に発生したときには，ウルメイワシは，ゴマサバに捕食されることはあり得ないと考えられる。しかし，ウルメの発生が，10日おくれると，d 曲線と b 曲線の交点，約 35.0mm に成長するまでの，23日間は，ゴマサバに捕食される。20日発生がおくれると，曲線 e と曲線 b との交点，体長約 51.0mm に成長する期間，約35日間は捕食されることになる。

Fig. 5.3 は，ゴマサバとカタクチとの関係を示したもので，曲線 a は，ゴマサバの Li であり，b 曲線は，ゴマサバと同時に発生したカタクチの，日成長曲線である。a 曲線と b 曲線は，体長約 53.0mm で交り，それ以後は，b 曲線は，a 曲線の下になる。従ってカタクチでは，ゴマサバと同時に発生しても，発生後70日経過すれば，ゴマサバに捕食されるようになる。10日発生がおくれると，常に，ゴマサバの捕食可能範囲より，脱却することができない。しかし，体長 30.0〜40.0 mm の間では，両曲線が接近するので，捕食が困難になることにあり得ると思われる。(Fig. 4.17参照)

Fig. 5.4 は，ウルメイワシを捕食者とした場合で，a 曲線はウルメ，c 曲線はマアジのそれぞれの日成長曲線であり，曲線 b は，マアジを餌とした場合の，ウルメの Li 曲線である。曲線の c は，常に曲線 b の遙か上方にあって，マアジは捕食されることはない。曲線 d，e，f，g は，それぞれ10日宛おくれて発生したマアジの成長曲線で，これらの曲線が，曲線 b で交わる体長になるまでは，マアジはウルメに捕食されることになって，交点の体長は，それぞれ 12.0mm，19.0mm，23.0mm，29.0mm となる。

Fig. 5.5 は，前とは逆に，マアジを捕食者としたもので，曲線 a は，マアジの Li 曲線であり，曲線 b，c，d は，それぞれ発生時を異にした，ウルメの日成長曲線であって，33.0mm 以下の体長のものでは，肥満度による補正計算をしたものである。a 曲線と b，c，d 各曲線の交点以下の体長のウルメは，マアジに捕食されることになって，同時に発生したものでも，体長 28.0mm にまで成長する期間，約30日は，マアジに捕食されることになる。しかし，マアジの Size Preference の上限は，成長に伴って，急激に減少するから，発生時のおくれによって受くる捕食の程度は，あまり大きくはないといえる。

このような図は，日成長度と Size Preference の 上限が，明らかになれば，容易に描けるもので，発生時期の差が，Predation 方向を決定づける重大な要因と考えられる。

主要魚種の発生時期は，表1.2 によると，ウルメイワシは11月より翌年 4 月頃までで，最も早く，食害の対象になるのは，2 月以降の発生群であろう。マイワシは12月より翌年 4 月までで，食害を受けるものは 2 月以降の発生群と考えられる。サバ類の発生は，1 月より 4 月頃まで，マアジの発生は長期間に亘るが，主

Table 5.5 Eaten Numbers of Anchovy by Body Length

BL.	‰	Sum up	BL.	‰	Sum up
4	0.14	0.14	34	0.42	969.00
5	4.17	4.31	35	4.44	973.44
6	2.22	6.53	36	0.69	974.13
7	10.00	16.53	37	0.42	974.55
8	76.60	93.13	38	0.83	975.38
9	19.40	112.53	39	0	975.38
10	93.20	205.73	40	2.78	978.16
11	79.00	284.73	41	0	978.16
12	198.00	482.73	42	1.53	979.69
13	35.90	517.63	43	0.28	979.97
14	4.72	522.35	44	0.14	980.11
15	73.00	595.35	45	4.72	984.83
16	27.90	623 25	46	0	984.83
17	20.00	643.35	47	0	984.83
18	59.00	702.35	48	0.14	984.97
19	4.72	707.07	49	0	984.97
20	135.80	842.87	50	4.58	989.55
21	4.02	846.89	51	0	989.55
22	32.40	879.29	52	0.28	989.83
23	6.80	886.09	53	0	989.83
24	7.64	893.73	54	0.83	990.66
25	36.40	930.13	55	0.28	990.94
26	11.78	941.91	56	0.69	991.63
27	2.08	943.99	57	0.12	991.85
28	3.06	947.05	58	0	991.85
29	0.42	947.47	59	0	991.85
30	15.27	962.74	60	4.30	996.15
31	1.67	964.41			
32	1.81	6.22			
33	2.36	968.58			

Table 5.6 Eaten Numbers by Body Length

Round herring						Sardine		
BL.	‰	Sum	BL.	‰	Sum	BL.	‰	Sum
6			36	12.20	866.2	6	523.0	523.0
7			37	0		7	0	
8			38	12.20	878.4	8	11.60	534.6
9			39	0		9	0	
10	305.00	305.0	40	48.80	927.2	10	11.60	546.2
11	12.20	317.2	41	0			46.50	592.7
12	24.40	341.6	42	0			46.50	639.2
13	36.60	378.2	43	0			11.60	650.8
14	12.20	390.4	44	0			0	
15	24.40	414.8	45	48.80	976.0	15	23.20	674.0
16	61.00	475.8	46	0			0	
17	12.20	488.0	47	0			0	
18	85.40	573.4	48	0			11.60	685.6
19	12.20	585.6	49	0			0	
20	48.80	634.4	50	12.20	988.2	20	256.00	941.6
21	0	634.4	51				0	
22	36.60	671.0	52				0	
23	0		53				11.60	953.2
24	0		54				0	
25	12.20	683.2	55			25	34.90	988.1
26	0		56				0	
27	0		57				0	
28	12.20	695.4	58				0	
29	0		59				0	
30	24.40	719.8	60	12.20	1000.4	30	0	
31	0						0	
32	0						0	
33	85.40	805.2					0	
34	0						0	
35	48.80	854.0				35	11.60	999.70

Table 5.7 Number of prey eaten by Predator by Fishing Gears

Predator	Fishing Gears	Nos.of Predator	Numbers of prey					
			Anchovy	"Aji"	Mackerel	Round herring	Sardine	Gobies
S.tapeinocephalus ゴマサバ	Set net	491	118	37	3	2		1
	B.seine	111	411	3		7		87
T.japonicus マアジ	Set net	1,955	1.077	3		24	69	2
	B.seine	788	487	3		7		135
E.micropus ウルメイワシ	Set net	1.128	3.305	10				1
	B.seine	1,243	160	0		5	7	14
S.japonicus マサバ	Set net	279	204	24			1	
	B.seine	356	822	2		8	3	156
S.undosquamis マエソ	Set net	20	13	4		1		
	B.seine	28	3	7	1	3	1	6
L.rivulatus オキヒイラギ	〃	3	18	0				18
S.japonica ヤマトカマス	Set net	480	233	29	8	8		6
	B.seine	17	40	0				2
S.boops ムツ	Set net	110	39	56	2	3		2
Ev.japonica チダイ	B.seine	127	64	0		4	4	13
P.altivelis アユ	〃	192	19	0		2		31
A.semilineatus ネンブツダイ	Set net	160	58	36		7		13
D.maruadsi マルアジ	B.seine	22	34	0				42
S.melanosticta マイワシ	〃	651	2	0				4
E.japonica カタクチイワシ	〃	5,157	57	0		1		9
T.lepturus タチウオ	Set net	48	36	12				
S.genionema サビハゼ	B.seine	437	6	0				3
Others		205						9
Sum		.	7,206	226	14	82	86	555

発生期は2月より4月であろう。カタクチイワシは，周年に亘っているが，産卵量が最も多いのは，毎年3月～4月であって，発生期が最もおくれているので，食害を最も大きく受けることになる。

若し，ウルメイワシ，マイワシの主産卵期が2，3月に移ってくれれば，アジ，サバによるこれ等の魚種の受くる食害は，大きくなるであろう。

5.33 食害による減耗量の推定

食害については，Volterra の理論があるが，ここでは，標本値より，漁獲尾数に引き伸しする方法による。魚種別の標本尾数及びそれぞれの捕食尾数を，魚種別に整理したのが，表5.7 である。この表の捕食尾数は，或る短時間に捕食していた魚体数であって，一つの断面に過ぎないが，推定の作業をつづけるために，次の仮定を設ける。

1，調査標本はみな飽食に近い状態にあった。

2，1日の飽食回期は，4.33，5.12 の記述を基にして，

サバ類，　　1日に2日，

アジ類，　　1日に3回，

ウルメイワシ，　　1日に3回，

3，捕食魚の体長範囲は，

サバ類………………0輪期

マアジ…………………0輪期

ウルメイワシ………表5.7 による

主として小台網の漁獲物に捕食が認められるので，小台網の漁獲物の体長を基準にすると，体長50.0〜100.0mm とすることができる。

4，捕食日数は，体長範囲と，表2.4 の日成長度より定むると，次のようになる。

サバ類…………………50日

アジ類…………………60日

ウルメイワシ………40日

以上の仮定に基づいて，食害尾数を推定するには，

$$P=\frac{p}{n}N\times k\times d \cdots\cdots(a)$$

P ………食害尾数，

p ………標本食害尾数，

n ………標本尾数，

N………漁獲尾数，

k ………1日の飽食回数，

d ………捕食日数，

漁獲尾数は横田，三田（1958）と，南海区水産研究所沿岸資源の資料によると，次のようになる。

魚種名＼年次	昭和28年	29年	30年	31年	32年
サ　バ	28,524	53,315	2,780	71,113	24'537
ア　ジ	2,757,327	8,945	693	112,195	462,583
ウルメ	51,247	117,948	22,768	2,853	20,009

（単位10^3）

標本尾数は，表5.7 の通りである。

これらの資料や仮定によって，推定されたカタクチの食害尾数は，表5.8（a）のようになる。しかし，この場合，漁獲率については，何も考えてはいない。捕食魚の漁獲率を考慮に入れると，推定式（a）は次のようになる。

$$P=\frac{p}{n}N\times k\times d\times\frac{1}{E}$$

$$E=\frac{F}{M+F}\left(1-e^{-(F+M)}\right)\cdots\cdots 漁獲利用率$$

F ………瞬間漁獲死亡係数，

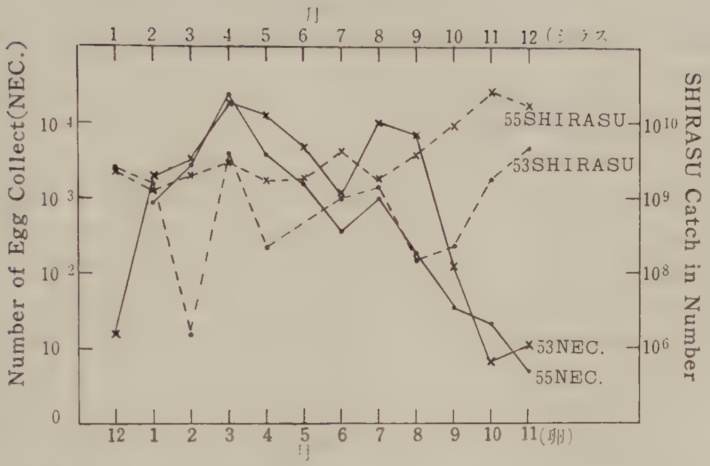
M………瞬間自然死亡係数，

E を 0.1，0.2，0.3 とすれば，食害尾数は　それぞれ，10倍，5倍及び3.3倍になってくる。

このような食害が，カタクチの漁業生産面に，どのように影響するかを検討するために，カタクチの累年漁獲量の変動と，カタクチシラスの漁獲尾数の累年変動を，表5.7（b）に掲げた。（漁獲重量に南海区（太平洋南区）と瀬戸内海との合計量を取り扱ったのは，南海区で発生したシラスが，瀬戸内海のカタクチの補給源と考えられているからで，シラスは，それぞれの海域で発生したものと考えられている）。昭和28年はマアジの0輪群で，捕食されたカタクチシラスは，3千億尾と推定され，同年のシラスの漁獲尾数254億尾の10倍以上になる。（シラス及び捕食魚の漁獲利用率を同一として）漁獲重量では，他の年の⅔に過ぎない。昭和30年は，ここに掲げた5年間では，食害の最も少い年であって，シラスの漁獲尾数が多く，カタクチの漁獲量も大きい。他の年では，食害の大小は，シラスの漁獲尾数に多少響いてはいるが，500億尾程度の食害では，漁獲重量にはあまり響かないように思える。

Fig. 5.6 は，北部及び中部日向灘定線で，採集されたカタクチ卵数の月変化，及び，南海区沿岸でのカタクチシラスの漁獲尾数を，示したもので，産卵調査は原則として，毎月下旬に行われていることと，孵化

Fig. 5.6



後の成長に要する日数とを勘案して，シラスの漁獲尾数を，前月の採集卵数に対応させた。採集卵数が多いのは，2月乃至5月の期間と，7，8月である。これに対して，食害が最も大きかったと思われる昭和28年（1953）では，3月より6月までの間は，シラスの漁獲尾数の月変動が大きく，漁獲尾数も極めて少い。これに反し，食害の最も少かったと思われる昭和30年（'55）では，1月より6月までの間の シラスの漁獲尾数は変動が少く，昭和28年の10倍又は100倍の漁獲尾数を示している。毎年11月，12月のシラスの漁獲尾数は，採集卵数に比して，著しく多い。このことについて，浅見は，7～12月下半期は，1～6月の上半期より生残率が大きく，又沿岸に収斂する程度も大きいとしている。本文の4.21で，7～12月の期間は，他の期間に比較して，カタクチシラスの群捕食率が大きいことを指摘し，摂餌圧迫を受けることが，少いためであろうとした。従って1年の下半期では，カタクチ仔魚の摂餌条件がよく，発育状況がよくなるとも考えられる。しかし，産卵調査が産卵の全区域に亘っているかどうかに疑問があり，秋より冬の期間に漁獲されるシラスは，調査区外の沿岸，又は豊後水道，土佐湾等の産卵に由来するものではないかと，考えられる点もある。

Table 5.8 Predation on Anchovy in Numbers

(a) Estimated eaten numbers (Fishing Rate of Predator neglected) 10^6

Predator \ Year	1953	1954	1955	1956	1957
Mackerels	3,581	6,700	350	8,940	3,030
Jack mackerels	282,600	8	0,6	10,400	42,400
Round herring	18,000	41,160	8,016	1,002	7,032
Sum	304,181	47,868	8,366.6	20,342	52,512

(b) Annual Landing of Anchovy(NAIKAI &NANKAI Reg.) and "SHIRASU"(NANKAI Reg.)

Year	1953	1954	1955	1956	1957
Anchovy(kan)	21,231	31,055	32,783	33,507	33,804
"SHIRASU" nos.10^6	25,423	32,782	108,920	76,644	67,850

イワシ類の仔魚，稚魚は，肥満度が他の魚種に比して，著しく小さいので，極めて捕食され易い体形であるため，多くの種類の稚魚，幼魚に捕食される可能性があり，食害による大きな減耗も起こり得ると考えら

れる。しかし，体長 35.0 mm 以上の成体形では，食害による減耗は，著しく軽減されるように思われる。若し食害が，自然減耗に主要な要因とすれば，成体形の幼魚の自然減耗は小さく漁獲による減耗の要因が，重みを持つことになる。

6，金環食時の幼稚魚の行動

昭和33年4月19日金環食が，宝島で観測された日に，延岡市でも部分食が見られた。その時の，野村によって記録された日食の経過は，Fig. 6.1 のようになる。日食が素人の肉眼で明瞭に認められたのは，12時50分で，既に欠度は進んでいたものと思われ，太陽面の左側に陰ができていた。13時25分には，欠度も大いに進み，太陽面の⅔に陰ができ，照度は黎明期のようになった。その後，太陽面の陰は左上方に移るとともに，次第に小さくなり，14時40分には，完全に復円したように観測されている。この間気温は下降し，11時25分では 18.6° c. であったが，12時55分には 16.1° c となり，13時には 15.5° c，13時5分には 15.4° c と最低となった。その後13時35分までは，毎分 0.1 度づつ上昇し，13時55分までは，急傾斜で上昇して 17.7° c となり，14時30分には 19.0° c に上昇した。最低気温は，部分日食の食昼前20分に観測されている。土々呂港の水温は観測されていないが，気温のような大きな変化は，なかったものと考えられ，魚類の行動に及ぼした日食の影響は，主として照度に関係するものと思われる。

当時土々呂沿岸で，操業していた舟曳網の漁獲量は，土々呂漁業協同組合の仕切伝票によると，標本船金剛丸の一曳網当りの漁獲量は，次のようになる。

Table 6.1 Species name of catch

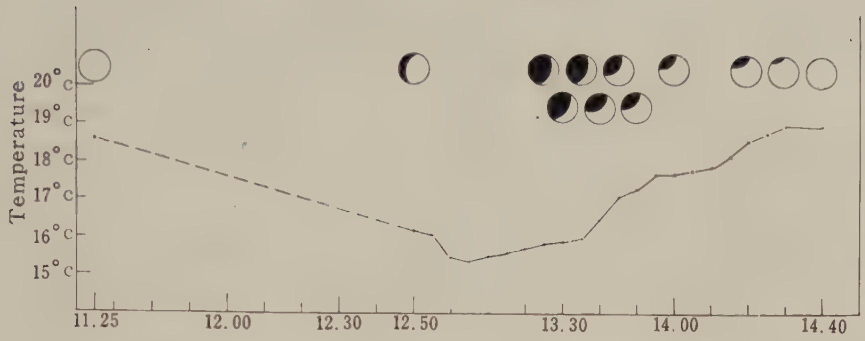
Date	19 th. Apr. '58		20 th. Apr. '58	
Time	13.15	15.20	9.30	17.00
Name	*Allanetta bleekeri* *S.sihama* Young of Common squid *C.sokonumeri* Young of *T.japonicus* Young of mackerels Young of Gobies Young of Anchovy	Young of squids Young of mackerels Young of Gobies "SHIRASU"	Young of Gobies "SHIRASU"	*A.bleekeri* *S.sihama* Young of Common squid Young of mackerels Young of Anchovy

9時00	カタクチシラス	25kg
11時00	マアジ幼魚	40kg
13時15分	カタクチ小羽，イカ	10kg
14時15分	同　上	16kg
15時20分	カタクチシラス	40kg

朝には，カタクチシラスが主として，沿岸に来游し，昼近くには，マアジの幼魚が多くなった。部分食の食尽時には，カタクチの小羽が少々と，スルメイカとが漁獲されているが，1曳網当りの漁獲量は少い。復円期には，多くのカタクチシラスが来游してきたことが，うかがわれる。13時15分の漁獲物内容と，15時20分の漁獲物内容とを比較すれば，表6.1のようになる。なお参考のために，その翌日4月20日の朝，夕の漁獲物の内容も，表中に掲げておく。

4月19日15時20分の漁獲物は，カタクチシラスが大部であって，翌日の9時30分の漁獲物に似ており，食尽中の13時15分のものは，翌日の夕方のものに，類似であるといえよう。更に，マサバの摂餌量指数の平均値を比較すれば，13時15分に採集されたものでは，13.04 で，摂餌量指数の範囲は，7.0～18.8 であって，胃の内容物は，カタクチシラスで，消化の程度が進んでいた。15時20分に採集したものでは，摂餌量指数の

Fig. 6.1 Progress of Solar eclipse



範囲は，10.1～23.8 で，平均値は 17.13 で，前者より大きく，内容物はやはりカタクチシラスであり，消化の進んだものは見られなかった。

このように，日食は，あたかも日没時のように，幼稚魚類の行動を支配するものと思われる。

7．要　　約

稚魚採集網，沿岸で操業する舟曳網，小台網等によって，仔魚，稚魚，幼魚の標本を，それぞれ，48種 2,495尾，41種 9,563尾，61種 5,775尾を採集し，消化管の内容物の，質及び量的観察を行い，他方，主要魚種の幼稚期の日成長を推定し，次のような知見を得た。

7.1．発生海域での仔魚，稚魚類の主要なる餌生物は，0.13×0.03mm～0.40×0.13mm 程度の，Copepoda の Nauplius 幼虫や Copepodid 形幼虫であって，植物性の餌生物は，全く見られなかった。

7.2，一般的について，体長に比して，体高の低い仔魚（イワシ類，マエソ属，ネズミギス）は，消化管が，簡単な直線的管であって，餌生物がその中に発見される割合が，ミシマオコゼ等のように，やや複雑な消化管を持つものに比して少い。しかし，これは摂餌量が少いことを意味するものではなく，消化速度が大きいことを意味するものと考えた。

7.3，仔魚及び稚魚期では，Size Preference の上限は，体高を基準とした方が，整理に容易である。

7.4，前期仔魚より後期仔魚えの移行時，餌生物の不足による餓死で，著しく減耗を生ずるとする。“Critical Period,, の存在の主張には，多くの疑問がある。仔魚，稚魚の棲息密度と，餌生物の分布密度との，相対的な関係，又は，他の魚種の仔魚，稚魚との共存で，摂餌圧迫を受けて，発育状態が悪化することがあり得るとは考えられよう。

7.5，主要魚種の幼稚期の体長の日成長は，次のような成長方程式が表現されよう。

a，ゴマサバ　$\ell=\frac{108.0\text{mm}}{1+8.91e^{-0.5492t}}$

b，マアジ　$\ell=\frac{80.0\text{mm}}{1+11.9e^{-0.5276t}}$

c，ウルメイワシ　$\ell=\frac{140.0\text{mm}}{1+6.6e^{-0.3419t}}$

d，マイワシ　$\ell=\frac{150.0\text{mm}}{1+20.31e^{-0.3722t}}$

e，キス　$\ell=\frac{200.0\text{mm}}{1+21.6e^{-0.3216t}}$

f，チダイ　$\ell=\frac{70.0\text{mm}}{1+13.1e^{-0.3608t}}$

t…………日数（単位10日）

7.6，上の日成長度より推定される，平均日増重率は，成長の初期では極めて大きく，成長が進むに伴っ

て減少する。他方，1回の飽食による摂餌量指数も，成長の初期には大きいが，これも成長に伴って低下する。1日の飽食回数と，摂餌量指数とに基いて，1日の摂餌量を推定し，平均日増重率との関係より，餌の転換効率を推定すると，成長の初期では，サバ類，イワシ類では，転換効率は約 30% で，成長に伴い次第に低下し，幼魚型成長の末期には，20% 程度となり，畑中，高橋の飼育実験の結果に近似した数値が得られた。

マアジ，キス，チダイでも，ほぼ同様である。摂餌量指数の上限も，成長に伴って低下することは，Ricker，堀田等の見解と一致するようである。

7.7，魚種間の競合は，発生海域（ Natal Ground ）では，明らかではないが，成育海域では，激烈に行われる。その競合の形は，

（1），Predation であって，これは一方的に行われるようなものではなく，Food Complex の形で行われる。

（2），摂餌圧迫（Depression on Feeding）ウルメイワシは，成長の初期では　マアジによって摂餌圧迫，Predation を受けるが，幼魚成長の末期では，逆にマアジの摂餌を圧迫するように思える。

（3），共喰い（Cannibalism），これには，同種相食む場合と，摂餌圧迫とがある。相食む場合より，大型幼魚が，小型幼魚の摂餌を圧迫する場合の方が多い。

7.8，仔魚，稚魚，幼魚の食性に関する法則。仔魚，稚魚，幼魚は各々特有の Size Preference 上限以内の生物を，撰択的に捕食するもので，Morris の言を借りると，Deliberate Feeder であり，その攻撃力は，Size Preference の上限で表現される。防禦力は，その特有の体形に備っているもので，それは，肥満度の3乗根で表現され，次のような法則が得られる。

法則1，捕食魚の体長が一定ならば，同一餌魚種が捕食される尾数は，その体長の3乗に逆比例する。

法則2，異種類の餌生物間で，体長にその種特有の肥満度の3乗根を掛けた数値が，等しい体長の個体は幼稚魚の食性では等価である。即ち

$$\ell i \sqrt[3]{fi} = \ell i \sqrt[3]{fj}$$

$\ell i = \ell j \sqrt[3]{\frac{fj}{fi}}$ なれば，ℓi と ℓj は等価。

ℓi，ℓj，それぞれの体長，fi，fj は，それぞれの魚種特有の肥満度。

法則3，捕食魚の Size Preference 上限は，餌料種によって異なり，カタクチ成体型の肥満度を1.0とすれば，餌料種の肥満度の3乗根に逆比例する。

7.9，この3法則によると，Predation は，発生時期の早晩によって，方向性は変り，量的にも変化する。同時に発生した魚種間では，多くの場合，Predation は起り得ない。マイワシ，ウルメイワシが，早期に発生するためには，高令の親魚の産卵によらなければならない。

7.10，イワシ類が成育海域で，他の魚種より食害を受ける量の内，約 96% は体長 30.0mm 以下のシラス期であって，成魚型の幼魚が，食害を受けることは，極めて少い。いいかえると，イワシ類は，変態以後は自然死亡率が著しく減少すると考えてよかろう。従って，我が国のマイワシ漁業で，小羽，中羽の漁獲を規制する必要があるといえよう。

7.11，マアジ，サバ類，ウルメイワシ等による，カタクチシラスの受ける食害尾数の推定を試みた。昭和28年のように，0輪群のマアジが沿岸に卓越した年では，カタクチシラスは，著しく大きい食害を受けていることが想像される。

参　考　文　献

1，相川広秋（1949）.水産資源学総論，産業図書株式会社，東京

2，青山恒雄（1958）.マアジ，*Trachurus japonicus* の消化曲線，西海区水研報告，15

3，青山恒雄（1958）.マアジ *Trachurus japonicus* の摂餌量，西海区水研報告，15

4，浅見忠彦（1958）.海洋に於ける卵，稚仔の拡散，収斂の状況について，Ⅰ　南海区水研報告，7

5，浅見忠彦（1958）.　〃　Ⅱ　南海区水研報告，8

6，飯塚篤一（1955）.資源の Renewal について。沿岸重要資源調査担当官会議資料

7，今井貞彦（1959）.日本近海産トビウオ類生活史の研究—1　鹿児島大学水産学部紀要，Vol，7

8，Lebour, M. V.（1916-18）. The food of post-larval fish. Journ. Mar. Biol. Assoc. 11, pp 433-469.

9，　〃　（1919-22a）. The feeding habits of some young fish. Ibid., 12, pp 9-21.

10，　〃　（1918）. The food of post-larval fish. No. 11. Ibid., 12, pp 22-47. 1919-22b.

11，深滝　弘（1958）.日本海産重要魚類卵，稚仔の周年にわたる出現及び生態について—Ⅱ　日本海区水研報告，7

12，花村宣彦（1955）.魚類資源研究の焦点（1）　イワシ，底魚，沿岸重要資源調査担当官会議資料

13，HATANAKA, M. (1956). Biological studies on the saury, *Cololabis saira* (BREVOOT), in the Japan Sea. Tohoku Journ. Ar. Res., 6(3) ; 6(4).

14，〃 & TAKAHASHI, M. (1956). Utilization of Food by Mackerel, *Pneumatophorus japonicus* (HOUTTUYN). Ibid., 7 (1)

15，〃 Sekino, K. Takahashi, M. & Ichimura, T. (1957). Growth and Food Consumption in Young Mackerel, *Pneumatophorus japonicus* (HOUTTUYN). Ibid, 7 (4).

16，〃 & Murakawa, G. (1958). Growth and Food Consumption in Young Amberfish, *Seriola quinqueradiata* T. et S., Ibid., 9 (2).

17，畑中正吉，高橋正雄（1958），ブリの生態に関する二，三の実験的研究　日水誌，24（4）

18，Hjort, Joh. (1926). Fluctuation in the year classes of important food fishes. Journ, du Cons. 1 (1).

19，堀田秀之，小達和子（1956），サンマの食餌構成と摂餌行動に就いて。東北海区水研報告，7

20，堀田秀之，（1958）.飼育実験によるサンマの成長について。東北海区水研報告，11

21，本城康至，木立孝，鈴木秀弥（1959）.イワシ類後期稚仔魚の食餌分布と補充量との関連に関する研究，Ⅰ，1958年，9〜11月東海々域における餌生物の分布，並びにカタクチイワシ等の稚仔魚の食性について。（資源研究協議会資料）

22，北海道区水産研究所（1959）.ニシンの発生初期における生残りの変動要因の研究。（資源研究協議会資料）

23，北洋資源研究協議会（1956）.ソ連北洋漁業関係文献抄録集，第1集

24，Marr, J. C. (1956). The "critical period" in the early life history of marine fishes. Journ. du Cons. 21(2).

25，Morris, R. W. (1955). Some considerations regarding the nutrition of marine fish larvae. Journ. du Cons. 20(3).

26，水戸　敏（1956）.浮性硬骨魚卵の分類について。（講演ノートより）

27，NAKAI, Z. et al. (1955). The cooperative IWASHI resources investigations April 1949 December 1951. pp 42-43.

28，NISHIMURA, S. (1957). On some plankton animals occurring in spring off Wajima, Noto Peninsula, Japan Sea, with special reference to their vertical distribution.

Ann. Rep. Jap.Sea Reg. Fish. Res. Lab. 3.

29, 〃 (〃). Some considerations regarding the Amount of foods daily taken by Early Post-larva of Sardine. Ibid.,

30, 西村三郎（1957）.マイワシ稚魚の体重の推定。日本海区水研年報。3

31, 野村星二（1959）.1956～1957年の日向灘に於ける稚魚の出現及び分布状況について。南海区水研報告。10

32, Sette, O. E. (1943). Biology of the Atlantic mackerel (Scomber scombrus) of North America. Part 1;Early life history, including the growth,drift, and mortality of the egg and larval population. U. S. Fish & Wildlife Service, Bull. 50(38).

33. Shimomura, T. & Fukataki, H. (1957) On the year round occurrence and ecology of eggs and larvae of principal fishes in the Japan Sea. Bull. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. 6.

34, 高橋正雄，畑中正吉（1958）．マサバ幼魚の食餌利用に関する実験的研究，(続報) 日水誌，24，(6.7)

35, 田村修，浜崎忠（1950）．九州産重要魚類の食性の研究．I，マイワシ（1）

36, 田中昌一（1960）.水産生物の population dynamics と漁業資源管理，東海区水産研究所報告第28号

37, 田内森三郎（1956）.漁業資源管理論，京大農，水産，第二講座出版部（1－15）

38, 内田恵太郎，道津喜衛（1958）．対馬暖流水域の表層に現われる魚卵，稚魚概説，対馬暖流開発調査報告書（水産庁）（2）

39, 横田滝雄（1957）.マイワシ資源の解析，南海区水研報告，5

40, Yokota, T. (1957).On survival rate of Fry of IWASKI Fishes. Rep. NANKAI Reg. Fish. Res. Lab. 5.

41, 横田滝雄，三田典子（1958）.太平洋南区のアジ，サバ類の研究に関する緒説 南海区水研報告，8

42, 山下秀夫（1955）九州近海のマイワシ（S.melanosticta）の食性と成長について。日水試，21（7）

43, Farris, D. A. (1960).The effect of three different tipes of growth curves on estimates of Larval Fish Survival. Jour. du Couseil. Vol. XXV. No.3

44, 川上太左英（1960）.ベバートン，ホルトの水産資源論 楽水，No.616

45, 倉上 博（1959，b）.ニシン稚魚の飼育について，北海道区水研報告，第20号

第3部　魚食性魚類の胃内容物の研究

横田滝雄・通山正弘・金井富久子・野村星二

緒。　この研究の目的は，次の2つの部分に分けることができる。即ち，1つは，Predator によって消耗される餌料魚類の量的な減耗の推定であり，他の1つは，Predaor の胃内容物と出現する重要魚種の稚魚，幼魚の相対的な量を，時間的，又は空間的に調査して，それらの発生海域，及び，年発生量を推定して，漁況予察の資料にしようというのである。これらに関する基本的な考え方は，Predator は最も能率のよい Larvae collector であるという思想より出発している。

研究材料は，主要水揚地で，Predator の胃を蒐集することによって得られ，主として，昭和33年4月より昭和36年5月までの間に集められたが，31年以来調査船小鷹丸で調査航海の途次，曳縄によって獲られた材料についても研究が行われている。

1．研究材料の蒐集

研究に使用した材料は，次のようにして集められた。(Fig. 1 参照)

和歌山県の串本港は，小型曳縄漁船の根拠地であって，その曳縄漁船に依頼して，その漁獲物より胃を取り出し，南海区水産研究所串本支所で保存処理をした後，延岡支所に送付された。

同県勝浦港は，延縄漁業の主要根拠地の1つで，近海延縄漁業が主要なものである。その延縄の漁獲物より，胃を採集し，現地で保存処理をした上で送付された。

高知県清水港（土佐清水）ここは，1本釣漁業及び，延縄漁業の根拠地であって，延縄漁船には，赤道海域まで出漁する漁船もある。しかし，本調査では，近海で行うサバ延縄漁業，及び，カツオ1本釣の漁獲物より得られた材料が，主として取り扱われた。

日向灘海域，この海域では，定期的漁業としては，ブリ定置網漁業がある。しかし，この漁業は，早朝に網揚げをするので，魚類が摂餌活動を始めない日周期に入網したものが多く，一般に摂餌個体数は少く，稀に摂餌している標本も入網中の摂餌であって，自然状態とは異っているものと考えられる点がある。不定期的には，小鷹丸による曳網の漁獲物，カツオ1本釣，延縄，及び，シイラ旋網の漁獲物より標本が採集された。

種子島東岸海域，この海域は，黒潮流の影響でできる沿岸水塊のポケット海域であって漁業上注目されるところである。ここには特に小型定置網を敷設して，委託経営で標本を採集していたが，昭和35年5月24日，チリー地震に伴う津波で網が流失し，調査を中止することになった。

鹿児島県屋久島，一湊，この海域は，種子島と同じような意味を持っているのみならず，時としては，暖流と沿岸水域との接触域となって，魚類の生態的に極めて注目すべきところである。標本は，定置網の漁獲物より採集され，網の従業者によって保存処理が施されて送付された。漁期の関係上，標本採集は毎年3月以降になっている。

鹿児島県枕崎港，枕崎港は，薩南海域より南はスルー海，マーシャル群島海域にまで出漁する，カツオ1本釣漁業の根拠地であり，沿岸はヨコワ（マグロの若令魚）の優秀な曳縄漁場である。更にカツオ類は，同市内のカツオ節製造工場で処理される数が多い。従って，胃の内容物の調査は，この種の工場内で豊富な材料について行われた。枕崎港の調査は，昭和34，35年は通山が主任となり，昭和36年は野村が主任となって担当し，ここでは胃内容物の生物調査が直接行われた。

魚種別調査尾数は，Table 1 の 1～6 のようになる。

枕崎港（Table 1の1）では，1本釣のカツオについても最も多く標本が得られ，ついで曳縄によるマグロ，1本釣のキハダマグロ，マグロ，メバチ，ビンナガ，及びマルソウダ，曳縄のカツオ，ハガツオ

Fig. 1 Sampling Stations and Fishing Area

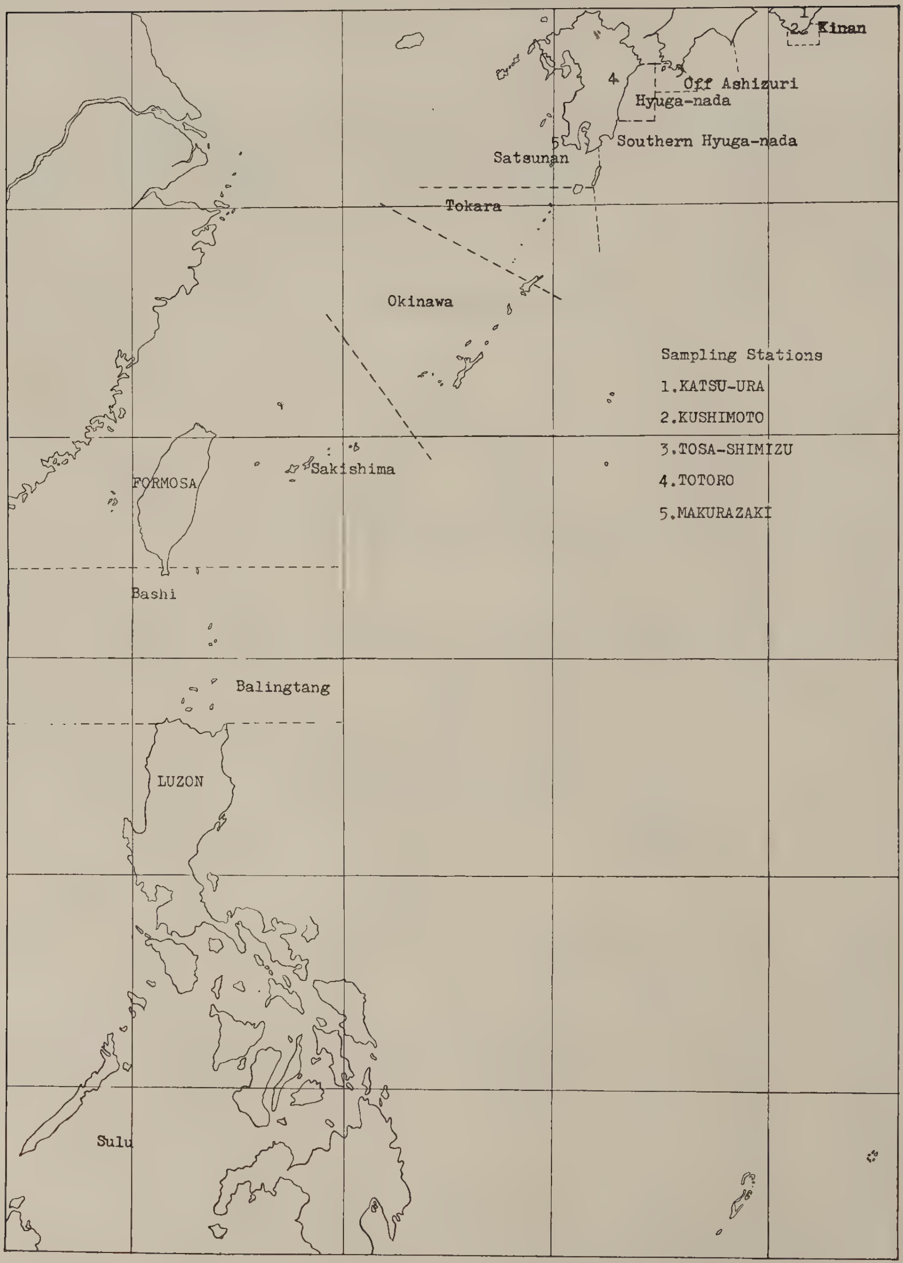


Table 1 Number of samples

1. Port MAKURAZAKI

A. Pole and Line / B. Trolling Line

Year & Month	A. Skip-jack	A. TUNA Yellowfin	A. TUNA Bigeye	A. TUNA Bluefin	A. Albacore	A. Frigate mackerel	B. Bluefin tuna	B. *E. affinis yaito*	B. Frigate mackerel	B. *Sarda orientalis*	B. Skip-jack
'59. 1	22						6	1			
2	81	34					106			6	
3	424		6				79				
4	522	153									
5	332	58				30			1		
6	299										
12	336						2				
'60 1	180						96				58
2	245	20	20				152				
3	446	20					41				
4	340	40									
5	225	20									
'61 1	220						184				21
2	255			30			277				3
3	540	50		60			143		2	1	20
4	600		20		20						
5	80										

2. Port KATUURA and KUSHIMOTO

KATUURA···Long line / KUSHJMOTO.···Long line / Trolling Line

Year & Month	KATUURA TUNA Bigeye	KATUURA TUNA Yellowfin	KATUURA Sword-fish	KUSHJMOTO TUNA Bigeye	KUSHJMOTO TUNA Yellowfin	KUSHJMOTO Striped marlin	KUSHJMOTO Skip-jack	Trolling TUNA Yellowfin	Trolling TUNA Bluefin	Trolling TUNA Bigeye	Trolling Frigate mackerels	Trolling Dolphin fish
up to '58							1	10	19		195	
'59. 1											138	
2							3		7		178	
3							11	2			112	
4							57	1				
5							20	6				
12	17	2										
'60 1				83	2			2			4	
2				5		1						
3								4				
4								7	1			
5						1		1				
12	8	5						4	5	1	31	1
'61 1	3		1						11	1	9	
2									1		2	
3								3			29	
4								13	4		18	

3. TOSA-SHIMIZU

Year & Month		Trolling line,Long line and,Pole and line				
		Skipjack	Yellowfin tuna	Bluefin tuna	Frigate mackerel	Spotted mackerel
up to	'58	50			120	125
'59	1				60	24
	2					248
	3	28				30
	4	48	6	10		
	5	30				30
	6					60
	12			5		
'60	1			5	30	
	2			5	30	45
	3	33		15	117	5
	4	20		10		15
'61	1					
	2					
	3	10				
	4					

4. ITTUSO, Is. YAKU

Set net

		Scads	Spotted mackerel	Spanish mackerel	Bluefin tuna	Bigeye tuna	Yellowtail
'59	3	37	20	1	2	1	
	4	42			1	1	
	5	60			2		
	6	41			1		
'61	3	10	38		2		1
	4	35	25		4		

5. TANEGASHIMA

Set net

		Skipjack	HIRA*-MASA	Scads	SUMA*	HAGATSUO*	KAMPACHI*	Frigate mackerel
'59	1			2	2	3	1	
	2			8	13			
	3	4	6		17	2	3	34
	4	1	10	14		2	1	7
	5	3	11	19		1	1	27
	6	8						26
'60	1	16						
	2	2						
	3	16						30

*HIRAMASA……*Seriola aureovittata* T.et S.,
SUMA……*Euthynnus affinis yaito*
Kampachi……*S.purpurascens* T.et S.
HAGATSUO……*Sarda orientalis* (T.et S.)

6. HYUGANADA

Set net, Long line, and Trolling line.

		Skipjack	Frigate mackerel	TUNA			MARLIN		
				Yellowfin	Bigeye	Bluefin	Striped	Broadbill	Sailfish
up to '58		27	89	9	6	25	2	1	1
'49.	1		2			1			
	2		1			5			
	3	3	18			3			
	4					1			
	5								
	6	1							

		Yellowtail	Albacore	Dolphinfish	HAGATSUO
up to '58		4	2	20	11
'59.	1				1
	2	4		3	1
	3	12		2	
	4				1

(*S. orientalis*) マルソウダ，スマ (*E.a. yaito*) の標本が少々得られた。

勝浦港（Table 1の2）では，延縄のメバチを主とし，キハダ，メカジキ（Swordfish）の標本が採集された。串本港（Table 1の2）ではマルソウダ（Frigate mackerel）が最も多く採集され，カツオ，メバチ，キハダ　マグロ，マカジキ，シイラ等の標本が採集された。

土佐清水港（Table 1の3）ゴマサバ（Spot′ mackerel）マルソウダ，カツオ等の標本が多く採集され，マグロ，キハダ等の標本が少々採集された。

屋久島－湊（Table 1の4）では大型のムロアジ類，ゴマサバ等の標本が多く採集され，マグロ，メバチ，キハダ，サワラ等の標本が少々採集された。

種子島（Table 1の5）では，マルソウダ，カツオ，スマ（*E.a.yaito*)，ムロアジ（Scad）等の標本を主とし，ヒラマサ，カンパチ，ハガツオ等の標本が採集された。

日向灘（Table 1の6）では，曳縄でマルソウダ，カツオ，マグロ，ハガツオ，シイラの標本が採集され，延縄でキハダ，メバチ，マカジキ，メカジキ（Broadbill, Swordfish)，ビンナガの標本が，又，定置網ではブリの標本が採集された。

以上のように，胃内容物の調査対象となったものは，サバ型魚類が主であって，少数のアジ型魚類についての標本も採集されている。

2，胃内容物の調査方法

2.1　胃内容量の調査方法

標本魚について，体長（F. L.,B. L.）を測定し，ついで体重を計り，そうした後で開腹して内臓を取り出して，所定の番号符を付して布袋に収容して5～8倍程度に稀釈したホルマリン溶液を容れた瓶に浸漬するか，番号の記入されている布袋に1尾宛の内臓を収容してホルマリン固定を行った。

枕崎港では，ホルマリン固定を2乃至3日行った後，内容物の調査を行った。他の調査地では，ホルマリン固定を数日行った後，袋に収容したまま水洗いして小包便で延岡支所宛発送する。受領した延岡支所では，これらをそのままホルマリンを容れた瓶中に保存した。

固定された胃の標本は，付属器管を除去して，胃の長さ（幽門突出部の下部より盲嚢の先端まで）を測定し，重量（S. W）を測定した後内容物を出して，胃皮の重量（S. E. W）を測定し，更に，胃の内容部の重量（S. C. W）を測定する。若し，胃の内容物が小量で計量が困難なときは，S.W-S.E.W＝S. C. Wとした。この測定値より，摂餌量指数（Stomach contents Weight index）が計算され，摂餌量を比較する目安とした。即ち，摂餌量指数$=\frac{S.C.W}{B.W}\times 100$で定義される。

胃内容物の消化の程度について，堀田，川崎等は，5段階に分けている。しかし，筆者等は，その試みを行わなかった。その主なる理由は，魚は死後2～3時間は消化作用を持続するものであって（鈴木種子によると，生命の中央集権性がない)，この研究で取り扱った材料は，魚の死後数時間より数日後のものであるので，死後の消化作用を考慮したためである。

2.2　胃内容物の種の査定方法

種の同定は，スルメイカ，及び，魚種について特に努力した。

スルメイカの種の査定は，一般体形によって判定する外，口嘴の形，甲殻の形状によった，Mantle length の推定には，口嘴による比較推定，甲殻長による推定等を行った。（Mantle length と Shell length とはほぼ等しい）

魚類について，堀田は主として頭部骨格による種の同定方法を記述しているが，胃の内容物として出現する魚類では，一般に頭部より消化が始まり，尾部の方が消化の度がおくれている。従って頭部骨格で種の同定が可能なものは，魚体形として完全に近く，骨格を見る必要のないものが多い。筆者等は昭和24年頃より，魚類の骨格標本を作っていて，胃内容物として出現する魚種の同定は，主として，背椎骨及び，これに

付属する骨によっている，その主要なものは次のようになる。

a，背椎骨（Vertebrae）

a1，椎体の概数（Numbers of Vertebra）

a2，腹椎骨と尾椎骨との数的組み合せ，（Combination of Numbers of abdominal Vertebrae and Caudal Vertebrae）

a3，椎体の形状

a4，椎体の Haemal arch 上を縦走する色素帯の色形

a5，Ist Haemal arch の出現する位置

a6，Ist Haemal spine の位置

a7，Ist Haemal spine の形状

a8，Posteiror zygapophysis 形状

b，尾部骨格（Caudal skeletons）の構造

この Caudal skeletons の変化は，比較的に系統的で，魚類の進化の状況が，追跡できるように思えるが，これに関する系統的な研究は見受けられない。当研究所では，浅見が一応取りまとめた未発表の資料がある。

3，摂 餌 状 況

胃の内容物は，既に記述した通り 消化の度が相当進んだ状況にあって，これを以って，直に摂餌状況を判断することは困難であり，又，1本釣の漁獲物では，撒餌として使用されたカタクチイワシを捕食している場合が多い。このような場合でも，量的には自然の摂餌と大差はないと考えた。

摂餌状況を数字化するために，摂餌量指数（Stomach Contents Weight index）を使用した，摂餌量指数とは胃内容物重量（S. C. W）と捕食魚の体重（B. W）の比を 100 分率で示したものである，即ち，摂餌量指数$=\frac{S.C.W}{B.W}\times 100$ である。

この数字を Table 2，に年度別に配列してある。

a，カツオ（*K. Pelamis* …… Skipjack）

Table 2，a，に示されるようになって，漁場によって摂餌量の差が見られる。

a1，枕 崎 港

枕崎港に水揚げされた1本釣のカツオは，九州近海よりスルー海，サイパン群島近海で漁獲されたもので，サイパン島近海で漁獲されたものは，胃の内容量が小さいように思えた。摂餌量指数は，8.0 までの個体が多く，9.0 のものが昭和34年12月薩南海域で漁獲されたものの中に1尾見られた。

一般的に言って，12月の残りカツオや3月以降，漁場が琉球列島以北に移動するに従って摂餌指数が大きくなる傾向が見られる。

指数の Peak は，いづれも〜0.5乃至1.0にあって，大部分の個体は，指数が 6.0 以下であるのは，既に記述したように死後の消化作用によるものと考えられる。

近海で操業する曳縄の漁獲物では（Table 2，'60，e，'61，f），1月には指数0の個体が多いが，季節が進むに従って，そのような個数は減少している。指数の最大は，5.0 であって，撒餌を使用する1本釣のものより小さい。一応漁具による選択性の有無を考慮外におくと，曳縄の漁獲物の方が自然の状態に近い摂餌量を示しているものと考えられる。

a2，種子島（Table 2，'59，a，'60，k，）

昭和34年の資料では，指数は 0〜3.5 であるが，昭和35年の資料では，大部分は 0〜3.5 の範囲にあるが 6.5 と大きい個体にあった。ここでの漁具は，定置網であるので，この指数は，網持ちの時刻に相当関連性があるように思える。

a3，土佐清水，（Table 2，'59，a，1本釣）

Table 2 Stomach contents weight index=SCW/BW×100

'59. (a) *Katsuwonus pelamis* (LINNÉ) …………Skipjack

Index	MAKURAZAKI						TANEGASHIMA				TOSA-SHIMIZU				KUSHIMOTO				
	'59.1	59.2	59.3	59.4	59.5	59.6	59.3	59.4	59.5	59.6	58.5	59.3	59.4	59.5	58.4	59.2	59.3	59.4	59.5
0	7	19	6	17	9	10	0	0	2	1	14	4	15	18			6	4	11
0.5	12	74	111	194	159	106	3	0	0	1	26	5	7	6			6	10	4
1.0	15	36	72	134	118	65	0	0	0	1	7	1	4	4				4	2
1.5	18	33	34	66	62	41	0	0	1	1	2		8	2				1	1
2.0	10	16	42	47	57	31	1	1		3	1		3						1
2.5	7	18	18	27	42	25				0			6			1			
3.0	6	16	7	17	21	18				0			2						
3.5	7	9	12	16	16	17				1			1						
4.0	9	7	5	11	11	5							1			2			
4.5	4	3	4	5	8	6							1						
5.0	3	6	6	4	7	3									1				
5.5	4	1	4	1	5	3													
6.0	1	4	2	6	4	0													
6.5	1		0	0	2	2													
7.0	1		0	0	0	1													
7.5			2		0	1													
8.0					0														
8.5					1														

(b) *Neothunnus albacora* (LOWE) …………Yellowfin tuna

Index	KUSHIMOTO							SHIMIZU*	ABURATSU	MAKURAZAKI			TOTORO			
	'57.5	58.4	58.5	58.6	59.3	59.4	59.5	59	59	59.2	59.4	59.5	57.12	59.3	58.5	58.5
0	0		0	0	0	0	1	6	59		7		2		0	0
0.5	1		0	0	1	1	1			3	11	8	2		0	2
1.0			1	0	0		1			2	12	2			1	1
1.5			1	1	1		0		1	8	11	4				1
2.0			0				0		0	1	5	4				
2.5			0				1		1	0	12	0				1
3.0			1				1			0	8	0				
3.5			1							0	1	1				
4.0										2	2	0				
4.5										1	3	0				
5.0										0	1	1				
5.5										0	1			1		
6.0										1						
…		1														
8.0																
…																
11.0																
…																
22.5															1	

(c) *Thunnus thynnus* (LINNÉ) …………Bluefin tuna

Index	KUSHIMOTO		TOSA-SHIMIZU	ABURATSU ITTSUSO (Is.YAKU)					MAKURAZAKI			Off Is. YAKU	HYUGA-NADA	
	-58	59.2	50.4	59.2	59.3	59.4	59.5	59.6	59.1	59.2	59.3	-58	-58	59.3
0	1	1	10	3	1		1		2	75	16		3	
-0.5	2	1		2		1	1		12	43	25	2	4	2
1.0	7	0						1	2	8	8	0	4	1
1.5	1	1							1	5	3	0	4	
2.0	2	0							1	5	3	2	2	
2.5	3	2			1				1	4	4		2	
3.0		2							1	0	2			
3.5										1	2			
4.0										4	1			
4.5										1	0			
5.0										0	2			
5.5										2	1			
6.0										1	0			
6.5										0	1			
7.0										0				
7.5										0				
8.0										1				

(d) *Auxis tapeinosoma* BLEEKER (Frigate mackerel)

Index	KUSHIMOTO				TOSA* SHIMIZU					TANEGASHIMA			
	'58.12	59.1	59.2	59.3	'58.4	58.11	59.1	59.3	59.4	'59.3	59.4	59.5	59.6
0	89	52	95	54	1	26	6	10	17	13	5	16	15
0.5	67	48	36	57		1	21	9	3	14	1	5	3
1.0	13	8	7	7		3	16	7		5	1	1	4
1.5	7	5	0	6			12	8		1		1	3
2.0	3	1	2	2			3	2		2		3	0
2.5	4	2	3	1			3	2		0		0	0
3.0		2	0	0						0		1	0
3.5		0	1	0						2			2
4.0		2	0	1									
4.5		0	0										
5.0		2	2										
5.5		0	1										
6.0		1											

(e) *Scomber tapeinocephalus* BLEEKER
(Spot' mackerel)

Index	TOSA-SHIMIZU							TANEGASHIMA
	'58.8	58.11	58.12	59.2	59.3	59.5	59.6	59.4
0.0			7	9	11	7	15	
−0.5	1	13	21	41	3	9	14	
1.0	2	6	18	47	9	10	12	6
1.5	2	6	22	37	4	3	6	2
2.0	3	1	13	12		1	9	2
2.5	1	1	6	12			3	
3.0		3	2	19			0	
3.5			1	4			1	
4.0			0	7	1			
4.5				2				
5.0				2				

(f) The others

Index	TANEGASHIMA *Euthynnus affnis yaito*			TANEGASHIMA *Sarda ortentalis*				*Seriola* spp.	
	'59.2	59.3	59.4	59.1	59.4	59.5	59.6	59.1	59.3.5
0.0		9	11		2	1			
−0.5	1	1	6	2			1	1	1
1.0		1							1
1.5	1	1		1					
2.0									
2.5									
3.0		1							
3.5									
4.0									
4.5		1			1				
5.0									

'60. (a) Skipjack
Pole and Line MAKURAZAKI

Index	'59.12	60.1	60.2	60.3	60.4	60.5
0.0	3	7	2	7	2	2
−0.5	93	62	89	152	161	90
1.0	72	40	49	87	79	59
1.5	36	26	22	66	23	25
2.0	25	14	17	38	20	23
2.5	17	13	25	23	13	10
3.0	15	7	7	14	10	4
3.5	8	5	4	12	6	3
4.0	9	1	4	8	1	1
4.5	12	1	0	8	3	0
5.0	9	2	2	2	0	1
5.5	2	1		1	0	2
6.0	7			0	2	
6.5	2			2		
7.0	1			0		
7.5	1			0		
8.0	1			1		
8.5	0					
9.0	1					

'60. (b) Yellowfin tuna
ditto

Index	'60.2	60.3	60.4	60.5
0.0		1	1	14
−0.5	14	9	23	0
1.0	3	4	11	1
1.5	2	2	4	2
2.0	1	2	1	0
2.5		1		2

'60. (c) Bigeye tuna
ditto

Index	60.2
0.0	0
−0.5	17
1.0	2
1.5	1

Index	'60. (d) Bluefin tuna Trolling line MAKURAZAKI				TOSA-SHIMIZU					'60. (e) Skipjack Trolling line MAKURAZAKI				'60. (f) Yellowfin Trolling line KUSHIMOTO			
	'59.12	60.1	60.2	60.3	'59.12	60.1	60.2	60.3	60.4	'59.12	'60.1	60.2	60.3	'60.1	60.3	60.4	60.5
0.0		40	42	1	1	2	2	3	1	2	21	6	0	0	0	0	0
−0.5		30	72	8	3	3	3	5	4		25	24	11	1	2	4	0
1.0		6	12	4	1			5	2		19	8	7		1	0	0
1.5		6	10	7				5	1		7	8	2		1	2	0
2.0		4	4	5					1		3	1	0			0	0
2.5		5	5	3					0		1	0	1			0	0
3.0		4		4					1		4	0	1			2	0
3.5		2		1							1	1	0				0
4.0		0		3							0		0				0
4.5	2	5		1							1		1				0
5.0				2									1				0
5.5				1													0
—																	0
7.0																	1

Index	'60. (g) Bigeye tuna Long line KATSUURA			'60. (h) Striped marlin Long line KATSUURA		'60 (i) Yellowfin Long line KATSUURA		'60 (j) Spot mackerel Long line TOSA-SHIMIZU		
	'59.12	60.1	60.2	'60.2	'60.5	'59.12	'60.1	'60.2	60.3	60.4
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
−0.5	12	19	3	1	0	2	0	7	2	3
1.0	2	4	0		0		1	14	1	3
1.5	0	5	1		0		1	12	1	3
2.0	1	2	0		0			8	1	5
2.5	0	1	0		0			2		1
3.0	0	0	0		0			1		
3.5	1	0	0		1			1		
4.0	1	0	0							
4.5		1	1							

'60. (k) Set net
TANEGASHIMA

Index	Skipjack			*Seriola* sp			Frigate mackerel	Yellowfin tuna		*Sarda orientalis*	
	'60.1	'60.2	'60.3	'60.1	'60.3	'60.4	'60.4	'60.2	'60.4	'60.1	'60.2
0.0	1	4	3	1	2		2	0		0	0
−0.5	10	2	4	3	1		5	1	1	3	1
1.0	2	1	3	1			2				
1.5	1	1	0				1				
2.0		0	3				3				
2.5		0	1				0				
3.0		1				1	2				
3.5		0					2				
4.0		0					2				
…											
6.5		1									

'61. (a) Skipjack Pole and line — '61. (b) Yellowfin Pole and line — '61. (c) Albacore Pole and line — '61. (d) Bigeye tuna Pole and line — '61. (e) Bluefin tuna Pole and line

Index	(a) MAKURAZAKI					(b) MAKURAZAKI	(c) MAKURAZAKI	(d) MAKURAZAKI	(e) MAKURAZAKI			(e) TOSA-SHIMIZU
	'61.1	'61.2	'61.3	'61.4	'61.5	'61.3	'61.4	'61.4	'61.1	61.2	61.3	'61.3
0.0	2	2	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0
−0.5	59	138	203	243	13	15	15	16	4	14	35	5
1.0	40	48	114	164	11	7	3	2	3	8	12	3
1.5	22	21	79	89	8	1	2	1	1	4	6	1
2.0	20	18	34	74	9	4		0			2	
2.5	9	12	36	46	1	6		1			1	
3.0	11	7	11	28	0	8					1	
3.5	14	4	21	11	2	3					2	
4.0	11	2	15	10	2	4					1	
4.5	9	1	8	6	1	0						
5.0	6	1	4	8	1	1						
5.5	7	0	1	2	1	0						
6.0	3	0	1	0		1						
6.5	5	1	1	0								
7.0	1		1	2								
7.5			1	0								
8.0				1								
8.5				1								

'61. (f) Skipjack — Trolling line | '61. (g) Bluefin tuna — Trolling line

Index	(f) MAKURAZAKI '61.1	(f) MAKURAZAKI '62.2	(f) KUSHIMOTO '60.12	(f) KUSHIMOTO '61.3	(f) KUSHIMOTO '61.4	(g) MAKURAZAKI '61.1	(g) MAKURAZAKI '61.2	(g) MAKURAZAKI '61.3	(g) KUSHIMOTO '60.12	(g) KUSHIMOTO '61.1	(g) KUSHIMOTO '61.2	(g) KUSHIMOTO '61.4
0.0	1	0	0	0	5	17	42	25	0	3	0	4
0.5	16	2	4	0	9	115	160	76	5	5	0	0
1.0	5	0	0	1	1	32	19	10		2	1	
1.5	7	2		0		14	9	9		0		
2.0	0	0		0		9	5	6		1		
2.5	1	0		1		3	5	3				
3.0	1	0		1		3	4	2				
3.5	1	1				1	6	5				
4.0						0	6	6				
4.5						1	7	3				
5.0						1	1	0				
5.5						1	3	1				
6.0						1	5	1				
6.5							0	0				
7.0							1	1				
7.5							1					
8.0							2					

'61. (h) Spotted mackerel — Pole and line | '61. (i) *Sarda orientalis* — Pole and line | '61. (j) Frigate mackerel — Trolling line | '61. (k) *S. orientalis* — ditto | '61. (l) *E. a. yaito* — ditto

Index	(h) TOSA-SHIMIZU '60.10	(h) TOSA-SHIMIZU '60.11	(i) TOSA-SHIMIZU '60.10	(i) TOSA-SHIMIZU '60.11	(j) KUSHIMOTO '60.12	(j) KUSHIMOTO '61.1	(j) KUSHIMOTO '61.2	(j) KUSHIMOTO '61.3	(j) KUSHIMOTO '61.4	(k) ditto '60.12	(l) ditto '60.12
0.0	0	2	2	4	5	2	0	1	6	0	1
0.5	0	5	3	1	22	6	2	27	5	1	2
1.0	0	4			0	1		0	1	1	
1.5	2	2			2			1	1		
2.0	1	2			0				3		
2.5	1	1			0				1		
3.0	1	1			1				0		
3.5	0	0							1		
4.0	1	0									
4.5	0	0									
5.0	1	1									
5.5	1	0									
6.0	0	0									
6.5	1	0									
7.0	0	0									
7.5	0	0									
8.0	0	0									
8.5	1	0									
9.0		0									
9.5		1									

	'61. (m) Long line				'61. (n) Set net							
	KATSUURA											
Index	Bigeye tuna		Yellowfin tuna	Broadbill Swordfish	Yellowtail			Spanish mackerel		Spotted mackerel	Scads	Bluefin tuna
					AKAMIZU		ITTSUSO	AKAMIZU	ITTSUSO	ITTSUSO		
	'60.12	'61.1	'60.12	'61.1	'61.2	61.4	'61.3	'61.2	'61.3	'61.3	'61.3	'61.3
0.0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	21	0	1
0.5	5	3	2	1	0			2	1		9	1
1.0	2		2		2				17		1	
1.5	1		0		0							
2.0			1		0							
2.5					0							
3.0					0							
3.5					0							
4.0					0							
4.5					0							
5.0					1							
5.5					0							
6.0					1							

摂餌量指数０の個体が，他の海域より多いことが注目される。これは，この海域に天然餌料が少いことを意味するのではないと思われ，カツオの摂餌状況と釣獲される状況とに海域的な差があるのではなかろうか。

a4，串本，（Table 2，'59，a，'61，f，曳縄）

曳縄の漁獲物であるから，自然な状態をよく反影しているものと思われる。昭和34年の資料では，指数０の個体が多く，大部分の個体は，指数 2.0 以下であるが，小数の個体は 3.0，4.0，5.5 となっている。昭和 35年の資料では，指数０の個体は少く，分布の巾も 3.5 以下で離散型の分布となっている。

以上のように，何れの漁具で漁獲された個体も，摂餌量指数が著しく小さいように思われる。

b，キハダ（*N.albacora*. Yellowfin tuna）

b1，枕崎港，（Table 2，'59，b，'60，b，'61，b）

この港に水揚されるものは，１本釣の漁獲物が主である。摂餌量指数は，昭和34年と昭和36年では，同じように離散分布型で，０の標本は少く，上限は 6.0 に達している，昭和36年の標本では，0，及び ～0.5 の標本が圧倒的に多く，指数 2.5 以上の標本は見られない。この両者の差異についての説明は求められない。

b2，土佐清水（Table 2，'59.b）

曳縄の漁獲物よりの標本であって６尾とも空胃であった。

b3，串本（Table 2，'59，b，'60，f，曳縄）

昭和34年の標本では，摂餌量指数の頻度分布は，いちじるしい離散型となっていて，最大は 11.0 である。昭和35年の標本も，同じように分布型で，最大は 7.0 となっている。

b4，日向灘（Table 2，'59，b）

日向灘での漁獲物は，土々呂港，及び，油津港に水揚された延縄の漁獲物で，摂餌量指数は離散型分布であるが指数 0～2.0 の個体が多い。最大は日向灘で５月に漁獲されたもので，22.5 となっている。餌生物は当才のゴマサバで，125尾ほど捕食していた。

b5，勝浦（Table 2，'60 i，'61，m）

延縄の漁獲物であって，摂餌量指数は 0.5～2.5 となって小さい。

b6，種子島（'60，k）

定置網に入網したもので，標本数は２尾であり，摂餌量指数は ～0.5 であって，極めて小さい。

以上のように，１本釣以外の漁具による漁獲物では，摂餌量指数は，著しい離散分型であって，最大は 22.5 となっている。

c，マグロ（*T.thynnus*，……Bluefin tuna）

c1，枕崎港

主として近海の曳縄漁業で漁獲されるのであるが，昭和36年では，台湾近海で1本釣でも漁獲された。

1本釣の漁獲物（Table 2，'61，e，）では，摂餌量指数0の個体は少く，その分布範囲も4.0までで，比較的に小さい。

曳縄の漁獲物（Table 2，'59，c，'60，d，'61，g）では，指数の分布範囲は0〜8.0であって，1本釣の漁獲物よりも大きい。しかし，0〜0.5に個体数が多く集まっている。これが自然な状態での一般的な摂餌状況と思われる。

c2，串本（Table 2，'59，c，'61，g）

曳縄の漁獲物であるが，枕崎港の水揚物に比較して，指数が著しく小さい。土佐清水（Table 2，'59，c，'60，d，,61，e）で曳縄で漁獲された標本でも，摂餌量指数は小さく，0〜3.0であり，竿釣のものでは0.5〜1.5と更に小さくなっている。これは採集標本数が少いため，少数の多量捕食魚の標本の採集ができなかったためと思われる。

日向灘（油津，Table 2，'59，c）や屋久島近海で，曳縄で漁獲された標本についても，同様なことがいえる。

d，メバチ　*P.obesus*（Bigeye tuna）

調査海域で漁獲が比較的少いことや，胃標本の入手困難なため，調査数が少い。

枕崎港（'60，c，'61，d）では，竿釣での標本が得られ，勝浦港（'60，g，'61，m，）では延縄の漁獲標本が得られた。枕崎港で得られた標本では，摂餌量指数は0.5〜3.0で小さいが，0の標本はなかった。勝浦港での標本で，昭和35年に得られたものでは，指数は0.5〜4.5となっているが，胃の内容物としては，体長95cmに達するサワラを始めとし，スルメイカ，サンマ等を捕食していた。しかも，胃の内容物の消化は，可成進行していたので，完全形に換算すれば10.0程度にはなると思われた。昭和36年に採集された標本では，0.5〜1.5で著しく少い。これは標本数が少いためと思われる。

e，マカジキ（*M. mitsukurii*，Striped marlin）

　　メカジキ（*X. gladius*，Broadbill，Swordfish）

主として勝浦港に水揚される延縄の漁獲物より採集された標本であって，標本数は，マカジキ（Table 2，'60，h，）が2尾，メカジキ（Table 2，'61，m.）が1尾あって，摂餌量指数には，0がなく，0.5〜3.5の範囲であった。

f，マルソウダ（*A. tapeinosoma*，Frigate mackerel）

マルソウダは主として，定置網，曳縄，及び竿釣の漁獲物より標本を採集した。

f1，串本（Table 2˙'59，d，'61，j）

曳縄の漁獲物について標本を採集した。摂餌量指数は，0〜3.5の間にあって，昭和34年の標本では，指数0の標本数が多い。しかし，昭和36年の標本では，指数0のものが少く，0.5の標本が多い。それ以上のものは，離散型に分布している。

f2，種子島（Table 2，'59，d，'60，k）

定置網の漁獲物よりの標本であって，昭和34年の標本は，指数0〜0.5の標本が多い，これは，早朝に網持ちされたことが多いことを示していると思われる，最大指数は3.5となっている。昭和35年では，指数0〜4.0の間に，一様分布をしているように思える。

f3，土佐清水（Table 2，'59，d，）

撒餌を使用する竿釣漁業であって，胃の内容物として，チダイの稚魚やカタクチのシラスが多くでてくる。摂餌量指数0の個体が多く，2.5が最大で，一般に指数が小さい。これは，空腹状態のものがよく釣れるということを示しているのではなかろうか。ちなみに，近年「そうめん」を撒餌に使用すると，その翌日は漁獲量が急激に減少するといわれ，その原因が種々議論されている。これに対し，マルソウダの消化器には，澱粉系のものに対する消化酵素が少ないので，「そうめん」が消化されるのに長時間を要するので，そ

の間食慾が減退するのではないかという考えもある。

g，ゴマサバ（Spotted-mackerel）

この研究では，高令魚のゴマサバの標本が採集され，成長等や年令査定に関する資料が補填された。

g1，土佐清水（Table 2，′59，e，′60，j，′61，h）

ここに水揚げされるゴマサバは，竿釣，又は延縄で漁獲されるもので，餌としては，サバの切り身やカタクチシラスが使用されている。摂餌量指数には，0 の出現頻度が少く，昭和34，35年の資料では，最大は 5.0 となり，頻度分布の Peak は0.5或は 0.6 になっている。しかし，昭和36年の資料では，0 より 9.5 までの間に離散的に分布している。

h，以上のように，サワラ（Spanish mackerel），ハガツオ（*Sarda orientalis*）．スマ（*E. a. yaito*），ビンナガ（Albcore），ブリ（Yellowtail），カンパチ．ヒラマサ（*Seriola* sqp）．ムロアジ（Scads），等の標本が，色々な漁具での漁獲物より少数づつ採集されている。これらの魚種の摂餌量指数の分布範囲は狭く，指数も小さい。

このような資料によって進める考察には，魚類の死後の消化作用の持続性，漁具による選択性，特に人為的に使用される餌と，これに対する魚類の摂餌状況による反応の差異等考え合せねばならない。しかし，漁獲を通しての標本採集では，以上のような結果が得られることは必然的なことであって，これらに見られる欠陥を補うには，標本採集数を合理的な水準まで増加しなければならない。

4．餌生物の出現状況

4.1 概　況

この研究を通じて，胃内容物として出現するものの内，種名乃至は科名が同定できた魚類は，Table 3 の通り70種に達した。Cophalpoda では，スルメイカのみに注目した。その他の動物では，記述の標準がまちまちである。本研究の主目的は，スルメイカ，ニシン目，サバ科，アジ科魚類の捕食状況の観察である。Table 3，は，胃内容物としての出現状況の，相対的な頻度である。

4.2 枕崎港での調査

ここでの水揚物は，竿釣と曳縄と両者の漁獲物の摂餌状況を，区別して考察した。

a，竿釣の漁獲物についての調査で，漁場はサイパン群島，スルー海より薩南海域までの拡りを持っている。餌生物として多くの個体が見られる魚種は，タイワンアイノコ（*S. zollingeri*）ネズミギス（*G. abbreviatus*），ニギス（*A. semifasciata*），ハダカイワシ類（*Myctophinae*，spp），ゴマサバ（*S. tapeinocephalus*）であり，比較的に多い魚種は，セキトリイワシ（*R. watasei*），クロトカゲギス（*A. cyaneus*），マエソ属（*Saurida*，spp），サンマ（*C. saira*）トビウオ類（Exocoetidae，spp），サギフエ（*M. Scolopax*），カツオ（*K. pelamis*），マルソウダ（*A. tapeinosoma*），クロタチカマス（*A. notha*），ギンカガミ（*M. maculata*），スルメイカ（*o. s. pacificus*）等があり，イカ類，タコ類も比較的に多く出現する。カタクチイワシ（*E. japonica*）は広い海域に亘って，多く出現するが，これら天然餌料であるか，撒餌であるかが判明しない。しかし，体長 10cm 以上のものは，大体天然餌と考えてよかろう。その外に，産業上重要な魚種で捕食されている割合の大きいものに，マルアジ(*D. maruadsi*)，マアジ(*T. japonica*)，マグロ（*T. thynnus*），ハガツオ（*S. orientalis*）等がある。

b，曳縄の漁獲物では，ネズミギス，マエソ属，ハダカイワシ類，トビウオ類，ゴマサバ，ギンカガミ等が多く出現し，カタクチイワシ，サンマ，カツオ，マルソウダ，マルアジ，カイワリ（*C. equula*），ヒイラギ（*L. nuchalis*），オオメハタ（*M. griseus*）等である。

この項で，a と b との魚種の組成の差は，漁場の差異によるもので，b では，枕崎港を中心とした沿岸に近い海域のものである。海域による胃内容物の差異は，次の節で説明する。

4.3 土佐清水港の調査

この海域での餌生物の種類は，Table 3，を一べつしただけでも理解できるように，他の海域と異った特徴がある。

比較的に多く出現するものに，クロトカゲギス，マエソ属，ハダカイワシ類，ミズウオ（*A. borealis*），サギフエ（*M. scolopax*），エビスダイ（*O. japonicus*），ヒシマトウダイ（*X. dalgleishi*）等であり，キビナゴ（*S. japonicus*），カタクチイワシ，シンジュエソ（*I. elongatus*），ホウネンエソ（*P. spinosus*），ワニトカゲギス（*S. affinis*），アナゴ科の一種（Congridae），シギウナギ（*N. scolopaceus*），テンジクダツ（*T. melanotus*），カゴマトウダイ（*Z. itea*），カマス属の1種（*Sphyraena* sp），サワラ（*S. niphonius*），ナガタチカマス（*M. taeniosoma*），タチウオ（*T. lepturus*），ハタアジ（*E. macropus*），クラカケギス（*N. sexfasciata*），アシロ（*O. asiro*），カワハギ類（Aluteridae），サイウオ（*B, japonicus*），スルメイカ，たこ，イカ類がある。この海域の餌生物の特徴は，一般に深海に棲息すると思われている魚種が多いことや，又，成魚としては稀に見られるハタアジ，エビスダイ，ヒシマトウダイ等の若令魚が多く発見されたことであろう。又，バショウカジキ（*H. orientalis*），の幼体がよく捕食されていることも注目すべきことであろう。

4.4 串本，勝浦港の調査

この両港での調査では，ハダカイワシ類が圧倒的に多く，1尾のメバチの胃よりハダカイワシの耳石が500個位発見されたことがある。この項種の種の同定は困難であって，枕崎港で採集されたものとの間の，種の相違等は研究できなかった。

よく見受けられるものとしては，ネズミギス，カンテントカゲギス（*M. pauciradius*），マエソ属，サンマ，クサアジ（*V. hypselopterus*），リュウグウノヒメ（*C. petersi*），ゴマサバ，サワラ，スルメイカ，イカ等であって，クサアジ，リュウグウノヒメ，カンテントカゲギス等はあまり見つからない魚種であるが胃の内容物としては，これらの幼魚が比較的に多く出現している。又，キビナゴ，カタクチイワシ，ホウネンエソ．アカヤガラ（*F. petimba*）．サギフエ．ナガタチカマス．クロタチカマス．シマガツオ（*L. brama*），ハタアジ，オキアジ（*C. helvolus*），ミシマオコゼ属（*Uranoscopus* spp），カワハギ科の魚類等であって，この海域では，サワラが他の海域に比して特に卓越していることがあり，体長 90cm，以上のものが，メバチに捕食されていることを，及びカンテントカゲギス，クサアジ，リュウグウノヒメ等を除けば，土佐清水の状況よりも，枕崎港に水揚げされた魚類の胃の内容物に類似しているように思える。

以上の外に，重要魚種としては，チダイが稀に捕食されていること，及び，ハコフグ類，イシモチ類が稀に捕食されていることであろう。

土佐清水でもチダイが見られているが，これは明らかに撒餌として使用したシラスに混在していたものと思われる。

4.5 種子島の調査

ここの調査で最も注目されることは，キビナゴが多く出現することで，昭和34年ではシラスが主体となっている。（Table 5，h 参照）又，マアジの出現量に多く Table 5，g，に見られるように，昭和35年4月，5月に，全長 30mm のものが多量捕食されていることは，同種の発生場の想定に重要な資料を提供するものと思われる。その外に，マエソ属，ゴマサバ，シマガツオ，イカ等が見られる。

ここの調査で得られた重要な成果は，キビナゴ，マアジ，及び，ゴマサバの幼魚に関する資料，マアジ，ゴマサバについては，後に一括して記述することで，ここではキビナゴの発生場についてのみ考察しょう。

キビナゴの発生場について吉田裕氏は，かって，沖縄列島以南であるとした。キビナゴの漁業の実態を見るに，太平洋沿岸では，離散的に漁場が形成され，種子島，宮崎県北浦村，三重県尾鷲湾北側等に主要漁場が見られる。キビナゴが接岸するのは，主として，産卵期のもので，主漁期は初夏のように思われる。この

ように，キビナゴは産卵期に，産卵場の附近で漁獲されるものであって，日本沿岸には，地域別の産群が存在するもので，少数の主要産卵場より補充されるものとは考えられないように考えられる。尚，胃内容物の状況は，付図を参照されたい。

5，胃内容物の定量調査

前の節では，分類の上の位置の明確になった魚類，及び，イカ類について　比較的な出現状況を述べたが，本節では，多く出現した魚種，又は，産卵上重要な魚種の被捕食状況を一定量的に考察しょう，Table 4，は，漁場別に Predator の胃の内容物の出現数を示したもので，第1例が年月，第2列が漁列場，第3列が Predator の標本採集数，第4以下が胃の内容物として出現した魚種名で，水産統計で使用されている 英語名を主体としたが，これにないものは和名をローマ綴で記入し，註として学名を記入した，しかし，マアジ，ゴマサバ，マサバは特に区別する必要と，註記してあるような名称を使用した。又，ここで使用している漁場名は，Fig．2 を参照されたい。

5.1　カツオの胃の内容物（Table 4，a，b）

a，カツオ竿釣，標本は足摺岬近海よりサイパン群島近海に亘る，広範囲の漁場より採集され，量的にも，最も多く取り扱われている，調査期間は，12月～6月までの間を主としているのは，サバ科，及び，アジ科魚類の主要産卵期が，この期間であろうと考えられたからである。

a.1，マルソウダが捕食されている海域は，スルー海より薩南海域に亘る広い海域である，出現状態の概要は，昭和34年に最も多く，経年的に減少しているようになっているが，昭和36年は，調査が5月上旬で打ち切られたので，経年変化については，充分な考察はできない。

昭和34年には，1月頃 Bashi 海峡で少数捕食されているのが見られ，5月になって，トカラ列島近海より薩南海域で多数捕食されている。Table 4，より，カツオ1尾当りの平均捕食尾数を計算し，これを捕食密度とすれば，次のようになる。

捕　食　密　度

年	1959							1960					1961				
月	1	2	3	4	5	6	12	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
薩南	0	0	0	0	1.83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
トカラ	0.04	0.44	0.02	0.02	1.38	4.22	0.07	0	0	0	0	0.01	0.37	0	0	0.44	0
沖縄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0	0	0	0	0
先島	0	0	0	0.06	0.43	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0
バシー	0.05	0	0.03	0	0	0	0	0.8	0.02	0.01	0	0	0.01	0	0	0.02	0
スルー	0	0	0	0	0	0	0	0.08	2.75	0	0	0	0.40	0	0	0	0

昭和34年では，トカラ海域と薩南海域で，捕食尾数が大きく，先島，バシー海峡でも捕食されている。捕食尾数の多いのは，5～6のトカラ海域であろう。昭和35年では，1～3月に捕食尾数が多く，先島群島～スルー海域に亘る広い海域のみである。

2月の捕食尾数が最も多いのは，スルー海で2.75となっている。5月にトカラ海域と沖縄海域でわづか捕食されている。この両年では捕食時期に大きな相違がある。昭和36年では，捕食海域の拡りは，例年と大差はないが，密度が小さいように思われる。

捕食されていたマルソウダの体長組成を，Table 5，e，に整理してある。この表によると，トカラより先島群島に亘る海域では，昭和34年4月のものは，F.L，～20mm より 40mm までの体長群と，170～240 mm の体長群のもので，両者は発生後まもないもので，後者は前年の発生群と思われる。5月では，F.L. 40～100mm の体長群のものが主体で，これは，明らかに4月に出現したもの，成長したものであり．F.L. 150mm 以上のものがわづかに見られるが，これは明らかに発生時期の異なったものであろう。6月では，

体長分布の範囲には，大きな変化は見られないが，全体的に尾数が減少しているのは，カツオの主要漁場より，マルソウダの幼魚が脱出したためで，トカラ海域のように潮目のでき易い海域で，集団的に捕食されたと考えてよかろう。昭和34年12月より2月までに捕食されているのは，前年に発生したものと考えられる。5月に ～20～40mm の F.L. のものがわずかに捕食されているに過ぎないことは，昭和35年では，この海域での，マルソウダの発生量が貧弱であったことを示していると考えられる。昭和36年では，1，2月に，F.L，150～250mm のものが主として捕食され，当年発生のものの捕食されている尾数は極めて少く，この海域でのマルソウダの発生量は大きかったとは言えない。

バシー海峡よりスルー海域では，昭和34年度の発生量は少なかったようであるが，昭和35年では，1月にF.L. 40～80mm の群と 120～140mm の群とが出現している。これらは，明らかに発生期並に，発生場の異なる群で，小型群がバシー海峡で主として捕食され，大型群がスルー海で捕食されている。2月では，F. L. 30，40mm の体長のものが主群で，スルー海で多く捕食されている，3月には，F.L，110～140mm の群が主として捕食されている。この群は，発生後4～5カ月経過したものと考えられる。昭和36年1月では，F.L，60～140mm の群が捕食されている。この群は，少くとも発生後3～5カ月経過したものと考えられる。このように，マルソウダの発生期，並に，発生海域は，緯度的に広範囲に亘っているもので，日向灘では6～7月，土佐湾では7～8月に産卵することも認められている。しかし，昭和35，36年では，日本近海でのマルソウダの発生量は，多くなかったと考えてよかろう。

次に捕食されている尾数と，その年級魚の強さの関係は，これらの資料では推定できないが，概念的には，捕食密度の太く，捕食海域の広い年は，発生量も大きいと考えてよかろう。

a2，ゴマサバ　捕食されている海域は，先島群島海域より，潮岬近海に亘っている。バシー海峡でも捕食されているような資料もある。しかし，これはカツオ釣漁船が，広い範囲逐次漁獲を行いつつ航海して，主漁場がバシー海峡であったことを示すもので，往航又は帰港の途次，先島群島以北の海域で漁獲した標本より出現したものと考えられる。

捕食密度を計算すると次のようになる。

捕　食　密　度

年	1958	1959				1960					1961				
月	5	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
足摺近海	0.1	0	0.36	0	0	0	0	0	2.25	0	0	0	0	0	0
薩南	—	0	0	0	0	0	0	2.84	0	0	0	0	0	0.07	0
トカラ	—	3.85	0.74	0.56	1.00	0	8.24	10.9	0.05	0	0	0	0.78	1.74	0.19
沖縄	—	0	0	0	0	0	0	13.3	0	0	0	0	0	38.9	0
先島	—	0.50	0.40	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
バシー	—	0	0	0	0	0.12	0	0	0	0	0.01	0	0	0.07	0
南日向灘	—	—	0.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

これによると，ゴマサバの幼魚が出現する海域は，1月頃より5月までの間で，南方に早く，足摺近海ではややおくれることになる。出現期，並に，主出現海域は，昭和34年はトカラ海域では，3～6月，先島群島東方海上では3～5月になっている。昭和35年ではトカラ海域と沖縄東方近海で，出現し，2～3月に多い。昭和36年では，1月と4月と明らかに区別される発生群が見られ，海域は例年より北に偏っている。この原因は，昭和35年の末より昭和36年1月になって，寒流系水塊の南下が強く，日向灘では，昭和36年1月では，前年に比して水温が約 4°c 急降下し，西南群島海域でも，2°c 程度急降下した海況の急変によるものと考えられる。

昭和34年3月トカラ海域に出現したゴマサバ幼魚は，この海域で，カツオ等によって捕食され，4月になっては，その1部が南部日向灘に来游したものもあったが，6月頃までこの海域にとどまっていたものが多いと考えられる。トカラ列島近海では，暖流が2分され，1分派は対島暖流となって九州西岸沿いに北上し，主力は東に流向を変て，日本暖流となる海域であって，強力な潮目が形成される。この海域に，ゴマサ

バの幼魚が集積され，又，カツオ類も集まり，ここで Predation が展開されるものと考えられる。昭和35年では，2月にトカラ海域で出現し，その密度は，前年より著しく大きく，3月には密度は東に増大した。しかし，5月になって急激に減少したのは，この海域より脱出したものと考えられる。3月に薩南海域でも捕食されている。これは，トカラ海域よりの北上群と考えられる。又，3月には沖縄海域で，濃密に捕食されているが，4月には全く捕食されていないのは，Prey と Predator との分離が急速に行われたのであろう。昭和36年では，3月のトカラ海域捕食密度は比較的小さく，4月にはやや大きくなっているが，例年に比して小さく薩南海域にまで拡散している。5月になって急激に減少している。他方，沖縄近海では，4月になって突然濃密に出現し，前年の3倍に達している。この幼魚群は，トカラ海域のものとは無関係なものと思われる。

胃の内容物として出現したゴマサバの体長組成は，Table 5，a，のようになる。昭和34年では，薩南〜先島群島海域では，3月に体長 30〜40mm の群と，60mm の群が出現し，4月には体長 30〜80mm の群となり，Peak は，前月より 0.5〜1.0mm 大きい方に移っている。5月では主群の体長分布は，30〜90 mm となって Peak は 50〜60 の間にあるように思える。この年の4月に南日向灘に出現した群は，トカラ海域に出現した群と同一系統のものと考えられる。しかし，足摺近海や紀南海域の群と，トカラ海域の群との関連性は考えにくい。

昭和35年では，1月，2月にトカラ海域で体長 30mm のものが出現し，3月には体長 40mm 以上のものが出現している。この群は，4月に日向灘に出現した群と関連していると思える。種子島沿岸で4月に捕食されている群とは，無関係とは思えないが，体長の関係よりして，発生期にいくらかのずれが考えられる。昭和36年では，トカラ海域に3月に出現した群は発生後2，3カ月を経過した群であり，4月に出現した群は，発生後1カ月程度のものが主群であって，両者の関連性は認められない。5月の群も4月の群とは関連性が少い。沖縄東方近海に4月に出現した群は，発生後1カ月程度の体長群で，トカラ海域に4月に出現した群とは同一系統のものも含まれている。逆にいえば，4月にトカラ海域で出現した小型のゴマサバ幼魚は，沖縄近海で出現した群の1部分であると考えてよかろう。

以上のような考察に基いて，ゴマサバの幼魚の食害による減耗の推定を試みよう。

N. ……食害尾数

P. ……カツオの来游尾数

Q. ……ゴマサバの幼魚の発生尾数

A. ……両種の共存する海の面積

E. ……カツオの漁獲利用率

r. ……食害に関する係数（一定と做す）

n.p.……N，P の標本値

k. ……捕食密度

i. ……月を示す

ρ. ……ゴマサバ幼魚の生残率

$$N=\frac{1}{A}QPr \qquad (1)$$

$$\frac{N}{P}\infty\frac{n}{p}=\frac{1}{A}Qr=k \qquad (2)$$

$$k_i=\frac{1}{A_i}Q_ir \qquad (3)$$

C_i ……月減耗指数

$$C_i=\ln A_ik_i-\ln A_{i+1},\ k_{i+1}, \qquad (4)$$

$$\rho i=e^{-C_i} \qquad (5)$$

食害率 q とすれば，

$$q=(1-\rho)=(1-e^{-\Sigma C_i}) \qquad (6)$$

補充実現量を R すれば，

$$R = Q\rho = Qe^{-\Sigma C_i}$$

累年の相対的な補充量を推定するには，

Y,……ゴマサバ発生期のカツオの漁獲尾数，

j, ……年を示す

$$rERj = \frac{e^{-\Sigma C_{ij}}}{1-e^{-\Sigma C_{ij}}} \Sigma \frac{Y_{ij}}{p_{ij}} n_{ij} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (7)$$

rE に大きな年変化がないとすれば（7）式は，

$$Ri \fallingdotseq \frac{e^{-\Sigma C_{ij}}}{1-e^{-\Sigma C_{ij}}} \Sigma \frac{Y_{ij}}{P_{ij}} n_{ij} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (8)$$

とすることができる。

実際の資料を使って試算を試みよう。

昭和34年は，同一の発生群と思われるものが経月的に減少している。又，漁場面積は，Fig，2，に示された区分では同一であると倣して，1とする。

月（i）	捕食密度
3	3.85+0.50=4.35
4	0.74+0.40+0.65=1.79
5	0.56+0.08=0.64

$C_3 = \ell n\,4.35 - \ell n\,1.79 = 0.888$

$C_4 = \ell n\,1.79 - \ell n\,0.64 = 1.063$

平均値 $Cm = \ell n\ (4.35+1.79) - \ell n\ (1.79+0.64) = 0.81$

$\rho_3 = e^{-0.888} = 0.4114$

$\rho_4 = e^{-1.063} = 0.3454$

$\rho m = e^{-0.81} = 0.4449$

従って，5月末での生残率は，

$\rho_t = e^{-(3\times 0.81)} = 0.088$

となって，3月に出現した幼魚の約9％だけが生残したことになる。

このようにして，昭和35年，36年のトカラ海域のみについて計算すると次のようになる。

昭和35年

$C_2 = \ln 8.40 - \ln 10.90 = -0.24$

$C_3 = \ln 10.90 - \log 0.05 = 5.38$

$Cm = \ln\ (8.49+10.90) - \ln\ (10.90+0.05) = 0.594$

$\rho_2 = e^{0.24} = 1.225$

$\rho_3 = e^{-5.38} = 0.044$

昭和36年

$C_3 = \ln 0.73 - \ln 1.74 = 0.86$

$C_4 = \ln 1.74 - \ln 0.19 = 2.21$

$\rho_3 = e^{0.86} = 2.37$

$\rho_4 = e^{-2.21} = 0.109$

となる。

太平洋南区でのサバの漁獲量は，

昭和34年	7,618 Ton
昭和35年	7,313 Ton

となって，両年とも大差はないのを見ると両年の推定生残率が，甚だ小さく，ほぼ同程度の生残を見だと考えてよかろう。従って，昭和36年も，ゴマサバの大きな漁獲量は期待できないように思える。沖縄近海の食害の影響については，考察を進める資料が不充分である。

以上のように，捕食状況に著しい年変化があって，食害の推定は充分に行い得なかったが，ゴマサバの主発生域が明らかになったこと，及び，ゴマサバの年発生を予察するためには，枕崎港でカツオの胃内容物として出現するゴマサバの幼魚の数的な変化に注目すればよいのではないかと考えられるようになった。

a3，サンマ，a1，a2，では主として幼魚の食害状況を観察した。しかし，サンマについては，産卵親魚の食害を見ることになる。

サンマが捕食されているのは，ほとんど，紀南海域及び，トカラ海域と薩南海域に限定され，それ以南の海域では見られない。捕食者は，トカラ海域では，カツオであり，紀南海域では，キハダ，及び，メバチである。

（Table 4，1，a，b，Table 4．2，a，Table 4，3，a，Table 4，4，a，b，Table 4，5 Table 4，6，Table 4，7，参照），

サンマの捕食密度……………捕食者，カツオ

年／海域　月	1959				1960		1961	
	1	2	4	12	1	2	1	2
トカラ	0.81	1.56	0.09	0.08		1.00	0.90	
薩南		0.01			0.33	1.38		

サンマが薩南海域に洄游するのは，11月より翌年4月頃までと考えられ，主として屋久島以南の海域に分布するが，ときとして，屋久島北方海域のサガリ曽根付近に群游することもある。捕食密度は，昭和34年と35年とでは大差はないが，昭和36年では少い。これを体長組成の面より見れば，Table 5，dj のようになって，昭和34年，35年では，早期に南下したものは体長が大きく，F.L．300mm 以上のもので主群を形成し，2月以降になると，F.L．300mm以下の群が来游している。これは，東北海域のサンマ漁場で，大型群が早期に漁場より逸散するという事実と対応する。昭和36年の F.L．組成は，例年と全く異った様相を呈し，F.L．300mm の個体は極めて少く，F.L．230〜290mm の群と 160〜190mm の体長群とが見られる。F.L．230〜290mm の体長群が，冬季に出現することは理解できる。しかし，160〜190mm の体長群が，この海域に冬季出現することについては，適当な説明のしかたがなく，この海域のサンマとしては変調といってよかろう。

このことは，東北海域で，昭和35年の秋〜冬期のサンマ漁況の著しい不振によく対応している。

サンマの捕食密度捕食者…………キハダ，メバチ

	1959			1960					1961		
	4	5	12	1	2	3	4	12	1	2	3
熊野灘	0.33	0.20	0.82	0.74	0.20	0	0.57	0.38	1.00	0	0

熊野灘では，12月より翌年の1月に捕食密度が大きくなっている。4月，5月にも，又，捕食密度が大きくなる年もある。マンマの体長組成は Table 5，d，の通りで，F.L．300mm 以下のものの比重が大きい。

サンマについては，いろいろな地方的な現象が見られる。昭和33年では，4月愛媛県八幡浜市の近海で，F.L．100mm のサンマが小型定置網に入網し，7月，豊後水道の魚群一斉調査の際，サンマ魚群が速吸水

2. Yellowfin tune

(a) Trolling and Long line

Date	Fishing ground	Nos.	Mackerel				Skip-jack	Saury	Scads	Round herring	Sardine	Anchovy	"AINOCO" iwashi	"HADAKA" iwashi	Common squid	Squid
			Spanish	Frigate	Spot'	Jack										
'58. 4	Kumano-nada	3			20	27		1							4	
5	〃	5				1		1				1			20	
'59. 3	〃	4		1						4		40				1
'60. 1	〃	2						3							3	
3	〃	4							(*Macrorhamphosus scolopax* 21)						49	
4	〃	7			34	20		4							53	
5	〃	1													31	9
'60. 1	〃	2						11							6	
4	Hyuga nada	9			126										14	
12	Kumano	5	1					5						59		15

(b) Pole and line

Date	Fishing ground	Nos.	Spanish	Frigate	Spot'	Jack	Skip-jack	Saury	Scads	Round herring	Sardine	Anchovy	"AINOCO" iwashi	"HADAKA" iwashi	Common squid	Squid
'59. 2	Sakishima	18					1		(*Gonorhynchus abbreviaus*-17)							
4	〃	32												7		16
3	Tokara	42			24							70				4
5	〃	20		17		1	388					74				11
'60. 2	Sulu	20										24				1
3	Okinawa	20										103				2
4	〃	20										27				4
4	Sakishima	20										30				
5	Okinawa	20										39				61
'61. 3	Sakishima	10										172			28	44
3	Bashi	10										23				
3	Sulu	10							30			8	116			14
3	Sakishima	10										6				
3	Tokara	10									13	194				

**** Spotted mackerel·········*Scomber tapeinocephalus* BLEEKER
Jack mackerel ············*Trachurus japonicus* (T.et S.)

3. Bluefin tuna

(b) Trolling and Long line

Date	Fishing ground	Nos.	Mackerel			Saury	Skip-jack	Scads	NEZUMI * gisu	AINOKO * iwashi	KUROTAGHI * kamasu	HADAKA * iwashi	NIGISU *	KIBINAGO *	Anchovy	Common squid
			Frigate	Spotted	Jack											
'59. 1	Satunan	5														
2	〃	151				1		1				13	10		83	20
3	〃	22													45	2
12	〃	2	1		2			1								
'60. 1	〃	96	11					9				26		26		
2	〃	151	1		4			5				2			79	104
3	〃	41		7											38	185
'59. 12	Ashizuri	5			1											3
'60. 1	〃	5												1		
2	〃	5	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	〃	18												38		42
4	〃	10									1	1		25		11
'61. 1	Satunan	210	7	1			3	7	6			80		28	87	395
2	〃	283	4		10			27	1			20		18	203	342
3	〃	135			1		5								101	43
'60. 12	Kumanonada	5										5			4	(4)
'61. 1	〃	11									5				1	(25)
2	〃	1													1	
4	〃	4	—	—	—	—	—	—	—	—						

(b) Pole and line

Date	Fishing ground	Nos.	Frigate	Spotted	Jack	Saury	Skip-jack	Scads	NEZUMI * gisu	AINOKO * iwashi	KUROTAGHI * kamasu	HADAKA * iwashi	NIGISU *	KIBINAGO *	Anchovy	Common squid
'59. 2	Kumanonada	7							10							
'61. 1	Bashi	10													46	
2	〃	30										1			25	8
3	Luzon E.	20								20					3	
3	Bashi	30			(1)				5		6				61	
4	〃	10													2	
3	Ashizuri	10			(7)						7				80	(1)

4. Bigeye tuna

(a) Long line and Trolling line

Date	Fishing ground	Nos.	Mackerels			Saury	Sail-fish	Carangoid Sardine	Round herring	Hairtail	Common squid	Anchovy
			Spanish	Frigate	Spotted							
'59.12	Kumanonada	17	5			14				1	72	11
'60. 1	〃	38	5	2		17		3			308	1148
2	〃	5		1		1				18	10	6
12	〃	8				3	1		1		(34)	
'61. 1	〃	3				3					(6)	
1	〃	1										2

(b) Long line and Trolling line

Date	Fishing ground	Nos.	"HADAKA" iwashi	"KUROTACHI" kamasu	"MIZU*-UWC"	"RYUGUNOHIME"*	"KIBINAGO"*
'59.12	KUMANONADA	17	582	6		14	21
'60. 1	〃	38	988	1		2	
12	〃	8	339		5		
'61. 1	〃	3	22				
2		1		2			

(c) Pole and line

Date	Fishing ground	Nos.	"KUROTACHI" kamasu	Saury	Carangoid	Squid	Spotted Mackerel	Anchovy
'60. 2	Bashi	20						24
'61. 4	Satsunan	20					15	52
4	Bashi	20			4			23

5. *Sarda orientalis* (T. et S.) Pole and Line

Date	Fishing ground	Nos.	Saury	*Sphyraena* sp.	Squid	Carangoid	
'59. 2	Satsunan	6	5				
'60. 10	Ashizuri	5		1		1	
11	〃	5			1		

6. *Auxis thazard* (LACÉPÈDE)

Date	Fishing ground	Nos.	Skip-jack	Frigate macherel	Jack mackerel	Flying fishes	File-fishes	"Ginkagami"	"KIBINAGO"	Squids	Anchovy
'59. 6	Tokara	30	9	1	2	1	1	1	8	6	147

* HADAKA iwashi ....*Myctophidae* spp.
NIGISU ....*Argentia semifasciata* KISHINOUE
KIBINAGO ....*Spratelloides japonicus* (HOUTTUYN)
MIZU UWO ....*Alepisaurus borealis* (GILL)
RYUGŪNOHIME ....*Centropholis petersi* HILGENDOLF
GINKAGAMI ....*Mene maculata* (B.et S.)

7. Frigate mackerel *Auxis tapeinosoma* BLEEKER
(a) Trolling line

Date	Fishing ground	Nos.	Mackerels: Spotted	Mackerels: Jack	Saury	"NEZUMI" gisu	"KURO TACHI" kamasu	"SAGIFUE"*	Lizard fishes	"HATAAJI"*	*MATOUI SHIMOCHI	*MISHIMA OKOZE	Squids	Anchovy
'58. 12	Kumanonada	187				2	2				1			4
'59. 1	〃	137				1	1							36
2	〃	175								1		2		38
3	〃	105	4		1		2		1					1
'60. 12	〃	30												243
'61. 1	〃	9						1						
3	〃	29											4	2
4	〃	17		6									3	25
(b) Set net														
'60. 4	Tanegashima	30	37	995					26					459

* SAGIFUE....................*Macrorhamphosus scolopax* (LINNÉ)
HATAAJI ....*Elephenor macropus* (BELLOTTI)
MATOUISHIMOCHI ...*Apogonichthys carinatus* (C.et V.)
MISHIMAOKOZE ......*Gnathagnus elongatus* (T.et S.)

Table 5 Body Length of Stomach Content

(a) *Scomber tapeinocephalus* BELEKER

Region	SATSUNAN to SAKISHINA				Off ASHIZURI		KINAN			HYUGANADA					SATSUNAN to OKINAWA				TANEGASHIMA –ASHIZURI		KI-NAN
Year & Month	1959				1958	'95	'58	'59		'58		'59	'60		'60				'60		'60
	3	4	5	6	5	4	4	3	4	3	5	4	4	5	1	2	3	4	3	4	4
F.L.mm.																					
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	667	4			
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—				
30	128	42	5	0	5	0	14						0	0	14	206					15
35	75	145	7				9														
40	71	23	5				2										201	2	1	42	14
45		18	0	2				5													
50		12	47	2			3						96				62	2			2
55		7	6																		
60	206	30	38	1									30				798	9		2	3
65		20	5																		
70		42	10	2		13											111	2		1	7
75		1	3			10															
80		3		1		15						9					149	5			
85						7															
90			2	2										1			229				
95									3												
100						1			1	3				1			26				
105		2		2		1															
110														1			1				
115						1					24			4							
120																					
125														1							
130						2															
135														2							
140											1										
145		1																			
150																					
155																					
160																					
—																					
210			1																		

(a) *S. tapeinocephalus*

Region	TOKARA				Off OKINAWA BASHI		
Date	'61				'61		
	1	3	4	5	4	1	4
F.L.mm							
20		0	2	0	0		
30		0	135	13	1559		
40		0	61		22		
50		20	27		8		
60		6	32				
70		23	16				18
80		20	4				1
90		12	0				
100		0	2				
110		2					
......							
210	1					1	

(b) *Ommatostrephes sloni pacificus* STEENSTRUP

Region	KINAN			HYUGA-NADA	SATSUNAN-TOKARA				TOSA-SHIMIZU	
Date	'58	'59		'60	'59	'60			'60	
	5	4	5	6	12	1	2	3	3	4
M.L.mm										
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
30	11	10	12	0	0	29	127	7	3	0
40					21	0	11	10	1	0
50					7	5		15	14	1
60			5		26	1		3	17	2
70	5		13						12	3
80	1				5	2			1	2
90	4				1	2			1	1
100					1					0
110										0
120										0
130				1						1
140				5						1
150				10						
160				3		1				
170				3						
190										
200	4									
210										
220										
230										
240										

(b) *O.s.pacificus*. 2-

Region	KUMANO-NADA				SATSUNAN			TOKARA to SAKISHIMA			East off FORMOSA		
Date	'59	'60			'60			'60			'60		
	12	1	2	4-5	1	2	3	1	3	5	1	2	3
M.L. (F.L.)mm													
20	4	0	0	0	188	264	42				21	3	
30	0	68	0	11	47	10	2			7	12	10	2
40	13	26		51	18	3	1		11	7	13	3	1
50	7			6	5	1	1		0	3	6	6	1
60	31			30	2	0	0	1	9		3	4	1
70	0			18	1	1	1	0	14		0	6	1
80	4			8	1			1	1		3	4	1
90	0			0				1	1		0		0
100	1	52		28				1	1		2		1
110	0	25		1							0		
120	0			3							1		
130	1				2							1	
140	2												
150	1			3									
160	1												
170	6												
180	1	15		1									
190		9											
200		31	4	1									
210		25		1									
220		36											
230		15											
240		5											
250													
260													

(c) *Engraulis japanicus* (HOUTTUN)……Anchovy.

Region	SATSUNAN to SULU Sea						KUMANONADA	Off ASHIZURI	SATSUNAN to SULU Sea (P)						SATSUNAN Trolling		
Date	'59						'59	'58	'59	'60					'60		
	1	2	3	4	5	6	4	5	12	1	2	3	4	5	1	2	3
F.L.mm.																	
−30	0	0	0	0	0	0		0									
30		15	0	0	63	887		0									
40	0	0	0	0	160	208		23						15			
50	0	0	0	0	13	128		35						37	1		
60	5	18	10	47	325	397		28				14	33	158			
70		13	121	383	299	628		2	82			270	332	170			8
80		42	240	915	371	225	4		89	6	1	663	671	137			6
90	5	82	261	233	589	748	8		642	12	14	195	99	82			5
100	212	253	138	194	399	197	12		1319	602	37	295	22	38	2	26	6
110	149	188	54	30	83	195	3		59	19	510	18	7	2		49	15
120	30	42	42	46	31	7	2		1	1	13		3			2	5
130	1	8	12	44	1	2	1										4
140			2	11													
150				6	1												

(c) *E japonicus*-2

Region	TANEGASHIMA (S)	HYUGIANADA (T)	KUMANONADA (L)			TOSA-SHIMIZU (L)	SATSUNAN to SULU Sea(P)				SATSUNAN (T)		
Date	'60	'60	'59	'60		'60	'60				'60		
	4	3	12	1	5	3	1	2	3	4	1	2	3
F.L.mm.													
−35													
40	233						12	36	4	4			
50					9		38	109	4	49			
60							67	196	268	76		3	
70							141	105	290	386		3	2
80			1			2	102	117	377	432	2	3	10
90			9	118		12	80	79	430	354	6	33	17
100		6	1	951		5	125	50	223	228	10	28	7
110		11		84		3	278	7	135	38	3	41	14
120		2					94	4	113	19	9	72	32
130							1		53	12		17	18
140							4			4		1	2
150													
160													
170									2				

(d) *Cololabis saira* (BREVOORT)………Saury

Region	SATSUNAN to TOKARA							KUMANONADA			
	'59				'60		'61	'59	'60		
Date	1	2	4	12	1	2	2	12	1	11	12
F.L.mm.											
150											
160							1				
170							2				
180											
190							1				
200								2			
210											
220									1		
230							4				
240							6	1	1		
260							4	6	6	1	
260		1					6	2		0	
270			1		1		6	4	2	2	
280	1	10	3		1	1	4		3		1
290	5	1	4			6	3	1	3		2
300	26	2	1	23	4	7	2	3	10		
310	3			11			1	2			
320	7			14				1	1		
330				2							
340											

(e) *Auxis tapeinosoma* BLEEKER·········Frigate mackerel

Region	TOKARA to SAKISHIMA									BASHI S. to SULU Sea					
Date	'59				'60			'61		'60			'61		
	4	5	6	12	1	2	5	1	2	1	2	3	1	3	4
F.L.mm.															
−20	0	0	0				2								
20−	4														
30	0									13	93				
40	1	167	3				1			20	178				
50		66	3							16					
60		68	4						1				1		
70		118	9							9			0		
80		27	0							1	7		2		
90		8	4										10		
100		5	13										14		
110			5								1	2	8		
120										1		5	3		
130										2		1	1		
140										2		9	1		
150		3			1			1							1
160						1									
170	1							2							1
180	3				1			1			1				1
190	1			1	0										
200	3	1		7	8			3				1			
210				1	2			5	1					1	1
220				6	3			4	2						
230				2				2							
240	1			3				6							
250								1							

(f) *Katsuwonus pelamis* (LINNÉ)………Skipjack

Region	SULU SEA to TOKARA												
Date	'59				'60					'61			
	2	3	5	6	1	2	3	4	5	1	2	4	5
F.L.mm													
15			12										
20		1	7	1									
30			370	14					1			35	2
40			226	30		1		5	6	12		104	3
50			49	13		6		1				3	1
60			54	19		4			2			1	2
70			11	16	1	2					1	2	3
80		1	2	10		1			1				
90	1		5			2	4		2	1	2	3	
100		1	1	2				2		2			
110						1		1		8			
120		1						1		3	2		
130							1			2	1		
140					1			5		1			
150							1	4		1			
160								1					
170													
180			5										
190			5										
200			13									1	
210			1										
220										2			
230													
240											1		

(g) *Trachurus japonicus* (T.&.S.)………Jack mackerel

Region	SATSUNAN to OKINAWA											YAKU-SHIMA		TANEGA-SHIMA		KUMANONADA				Off ASHIZURI				
Date	'59					'60		'61				'57	'58	'60		'57	'58	'59	'60	'58	'59		'60	
	1.2	4	5	6	12	1	2	1	2	3	4	6	5	4	5	6	4	5	4	5	4	12	3	4
F.L.mm.																								
10		3												183									2	
20		20								1				128									1	
30		2								2				28	329		31						10	
40										1				15			3		10	7	2		1	2
50										1		1			15	26		15		21	12			
60				9								1	10				1			8				
70				12									3							1				
80			1	10									1							2		1		
90																								
100				1							1													
110						8																		
120						2		1	2											1				
130	2								3															
140									4															
150	1						3																	
160										1														
170																		4						
190	1																							
200					3																			

(h) *Spratelloides japonicus* (HOUTTUN)………KIBINAGO.

Region	TANEGASHIMA(Set net)									
Date	'59					Date	59'			
	1,2	3	4	5	6		1 2	3	5	6
F.L.mm.										
−30				1075	1478	75		19	16	2
30−						80	9	35		19
35				1		85		10	4	
40		1				90		32		35
45						95		7		1
50		7				100		9		11
55		2				105		1		
60		22		12	3	110				
65	2	18			11	115				
70	1	5		6	6	120		1		

道付近で探知され，夏に F.L. 25〜26cm のサンマが，山口県及び，広島県で産業的に漁獲され，漁業養殖漁獲統計表では，山口県の漁獲は 55Ton となっているが，広島県の漁獲量は計上してない，昭和36年では，4月になって，徳島県沿岸にサンマが多量来游し，又，豊後水道内の定置網でも漁獲された。その漁獲物の F.L. は 30cm のもので，体長がよく揃っていた。このような記録が，何かの参考になればと思って記載しておく。

以上のような薩南海域より、トカラ列島域のサンマについて，木村は，東北海域のサンマの漁況予察を考える場合は，南方海域のサンマの調査資料は意味がないとし，堀田等は，南方海域のサンマの資料を重要視している。筆者等の研究で想定されることは，東北海域に出現する大型群は，11月頃には，薩南海域よりトカラ海域に南下して産卵を行い，4月頃北上するが，この海域で受ける Predation は相当大きいものと考えられる，小型群は，トカラ，薩南海域に南下する割合は少く，熊野灘，土佐湾等に出現して産卵するものと考えられる，又，トカラ，薩南海域での発生群は，日向灘の左環境にのって，豊後水道に入り，瀬戸内海で越夏する事実もある。サンマの資源を考察するためには，薩南海域の調査を進める必要性はあるように思われ，この海域も，日本近海のサンマに重要な補充群の発生海域であると考える。

a.4，カツオ，この種の幼魚は，薩南海域より，スルー海，サイパン群島の周辺までの広い海域で捕食されている，年によっては，日向灘で稚魚が採集されることもある，カツオによる共喰いが最も大きく，又，カツオが捕食しているマルソウダ，ゴマサバ等の胃の内容物として，F.L. 17〜25mm のカツオの稚魚が出現した二重捕食の例もある。

カツオの幼魚の捕食密度は，次のようになる。

捕　食　密　度……………1，共喰い

年	1959					1960					1961				
月	2	3	5	6	12	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
薩南			0.46												
トカラ			1.91	2.23	0.01				0.07	0.07					0.17
沖縄								0.08		0.05				3.72	
先島	0.01		0.01				0.15						0.23	0.05	
バシー		0.05				0.03	1.40		0.02		0.38	0.15			
サイパン									0.55		ルソン島東 0.20	ルソン島東 0.06			
スルー							0.03				0.14	0.01			

表でもわかるように，昭和34年は捕食密度が大きく，特にトカラ海域での捕食が多い。下に示す二重捕食の例もこの海域である。昭和35年では，バシー海域での捕食が多い。又，表を見ると，1月頃には，バシー海峡以南の海域で共喰いが見られるが，季節の移行に従って，共喰い海域が北上している。

二　重　捕　食　の　例　　　　　昭和34年5月　トカラ海域

1st predator	2nd. Predator ＼ prey	F.L (mm)	カツオ	ゴマサバ	エソ類
カツオ	マルソウダ	60	25(1)		
		65	17(1)	15(1)	
		70	17(1)	15(9)	
		70		20(3)	
		75	17(4)		
		60	17(1)，15(2)		
		60	17(1)		
		75	17(5)		
		75	20(4)		40(2)
		62	18(1)		
	ゴマサバ	50			
		60		20(1)	

このように，カツオの共喰いは，トカラ海域のような潮目のできる海域で最も激烈であって，この共喰いによって，トカラ海域での発生群は，著しい損害を受ける模様で，このことについては，Predator の体長組成の節で考察しょう。

捕食されていたカツオの体長組成は，Table 5，f，のようになる。昭和34年では，2〜3月には，先島群島，バシー海域で，F.L. 80〜110mm の体長のものが少々出現する。5月になると，トカラ海域で，F.L. 15〜40mm の稚魚が多量出現している。これらの稚魚群と明らかに発生期，及び，発生海域の異なる180〜210mm の体長群が捕食されている。6月に捕食されている群は，5月捕食されていた小型群の1カ月後の成長状況を示したものと思われる。

昭和35年では，集団的な捕食は見られず，1月にバシー海域で，F.L. 70mmと140mm のものとが1尾宛，2月にはバシー海域と先島群島近海で，F.L. 40〜90mm のものが捕食されている，3月では沖縄本島近海で，90〜150mm のものが捕食され，4月にはトカラ海域で 40〜50mm，バシー，サイパン海域で 100〜160mm の F.L. のものが捕食されていた。5月には沖縄本島よりトカラ列島の海域で，F.L. 30〜90mm の個体が見られた。昭和 36 年では，1月にバシー海域より ルソン島東方海上，及び，スルー海で，F.L. 40mm の群と 90〜150mm の群，更に 210mm のものとが捕食されている，2月にも同様な海域で，F.L. 70〜240mm の範囲の体長群が，離散的に捕食されていた。4月になって，トカラ〜沖縄本島の近海で，F.L. 30〜50mm のものが集約的に捕食されている。この群は，これらの海域に近い場所で，1〜2月前に発生したものと考えられる，5月の群は，前月の残存群と考えられる。

以上のように，カツオの稚魚は広い海域で捕食されている，しかし，薩南，トカラ海域，沖縄本島近海では，発生後1〜3月程度の稚魚が，集約的に捕食されていることは，注目され，カツオの補充源として，この海域での産卵群の価値判定の 問題も提起される。このことについては，カツオの漁獲物の 体長組成の項で，論及するが，概念的には，この海域での補充群には，大きな年変動があるらしく，その年変動の大きな原因は，共喰いによる稚魚の大きな減耗が考えられる。

a.5，マグロ，昭和34年 4，5，6月にトカラ海域で釣獲されたカツオの胃内容物に，F.L. 40〜50mm のマグロの稚魚が発見された。量的に見れば，昭和34年 4月では，捕食密度が，0.09，5月では 0.06，6月では 1.33，6月に最も多くなっているが，各月とも，マグロの幼魚を捕食しているカツオを釣獲した漁船は，1隻，又は，2隻であって，このような捕食の行われるのは，特殊な海況下ではないかと考えられる。従って，この程度の調査規模では，マグロの発生海域なり，発生量の量的な考察は行い得ない，しかし，マグロの発生域としてトカラ列島近海をも加えてよいことと，発生時期に3〜6月の期間も加えられることは，明らかなようである。

a.6，マアジ，カツオがマアジの幼魚を捕食していることは，極めて稀な現象で，昭和33年 4，5月足摺岬近海で釣獲されたカツオで，捕食密度がそれぞれ 4.0，0.86 となっている，その他に，昭和34年 5月薩南海域で捕食密度 0.15，昭和36年 1月トカラ海域で 0.01，3月ルソン島東方海域で 0.05，4月沖縄沖で 0.02 となっているのは，何れも F.L. 150〜200mm に達する1才乃至2才魚のマアジであった。

a.7，ネズミギス。以上の記述は，カツオの天然餌料として出現する，産業的に価値の大きい魚種であったが，この項以下は，海洋の生産面での問題に触れることになる。

ネズミギスは，産業的な漁獲では，九州東側沿岸で操業する2隻曳底曳網で，稀に漁獲されることもある，しかし，シラス型の稚魚は，Net collection では，日向灘で7〜11月の 間に多数採集されることは知られていた。この種のカツオによる捕食密度は次の表のようになる。

昭和34年と36年に捕食密度が大きく，昭和35年には小さい。昭和34年では，トカラ海域で1月と12月に大きな捕食密度が見られ，先島近海では，2月に比較的大きくなっている。バシー海峡では，2月が最大で，全海域でも最大の 18.7 となり，スルー海でも捕食されている。昭和35年では，バシー海峡で，1月の 7.12 が最大で，サイパン群島近海で若干捕食されている。昭和36年では，広い範囲で多数捕食され，捕食密度の最大は，2月台湾近海の 10.05 である。1月には，バシー海峡とルソン島東方で，主として捕食され，2月には台湾よりスルー海の範囲で捕食され，南に行くに従って，捕食密度は減少している。3月では捕食範囲

漁場　＼　年・月	1959					1960		1961			
	1	2	3	4	12	2	3	1	2	3	4
トカラ	6.25		0.04	0.06	13.8					0.02	0.02
沖縄							0.02				
先島		3.11	0.03							0.13	5.00
台湾東									10.05		
バシー	1.75	18.7	0.13			7.12	0.04	0.87	3.69	0.44	0.05
比島東								0.40	0.13	0.05	
スルー海		0.56							0.01	0.57	
サイパン						1.00		0.40			
ルソン東									0.13	0.05	
紀南											7.4

は更に拡がり，トカラ近海よりスルー海に及び，南方海域程，密度が大きい。4月では，紀南海域と先島近海で多く捕食されていた。

以上のように，ネズミギスは，カツオの天然餌料として重要なものであろうと考えられる。

a.8，タイワンアイノコ。この種の出現状況は次のようになる。

捕食密度

漁場　＼　年・月	1959	1961	
	3	2	3
先島			0.35
バシー	7.49	3.73	0.02
ルソン東			3.90
スルー			5.58

この種が捕食されている海域は，主として，バシー海峡以南である，捕食されている期間は，2～3月の間に限定されているように思える。この魚種も主要な天然餌料の一種であり，その幼稚魚は，日向灘にも時として来游し，佐伯湾では，産業的に漁獲され，カタクチの幼魚として販売されたこともある。

a.9，ハダカイワシ類。最も広範囲に多く捕食されている魚種であるが，種の同定が困難なため，海域的な種の相違は判定できなかった

一見，1月，2月にバシー海峡以南の海域で多く捕食され，3，4月に先島海域よりトカラ海域で，多く捕食されているように見受けられるが，これは，カツオの漁場が　1，2月は南方海域で，季節が進むに従って北上するためと思われ，ハダカイワシ類もカツオとともに北上するものか，或は，ハダカイワシは広範囲に分布しているものかは判断に苦しむ。

捕　　食　　密　　度

漁場　＼　年・月	1960				1961			
	1	2	3	4	1	2	3	4
トカラ			4.13	0.13			0.13	0.44
沖縄			25.42					0.50
先島			66.20	11.25			0.18	1.90
台湾東								
バシー			8.65		0.05	0.44		0.41
足摺				0.35				
比島東	5.84		0.76					
スルー	0.06	0.11						

一般にハダカイワシは深海魚と做され，夜間に浮上することは，一般に認められている。しかし，カツオは夜間の摂餌は行わない魚種であり，竿釣は表層を洄游するカツオを対象とするものである。このように，日週期活動の異なる魚種での Predation には疑問があった。しかるに，カツオ竿漁船の船長の説明によると，カツオは，ハダカイワシを「ハミ上げ」て捕食しているといい，天然餌として，ハダカイワシの多い時は，カツオの餌付きが悪いと語っている。「ハミ上げ」というのは，カツオ等におそわれた小形魚類が球上に密集して，円動動を行いつつ，ほとんど逃避できないような状態のものをいうのである。従って，早朝ハダカイワシがまた浮上している時に，カツオの集団に発見されて，襲撃を受けて，密集すれば，大きな

Predation が行われるものと思われる。

今一つカツオの摂餌習性の研究に参考になる漁業者の物語りがある，持餌がアイノコイワシの場合には，撒餌や釣餌に使うカタクチイワシに対して，餌付きがよく，釣獲成績もよい，しかし，持餌がハダカイワシのときは，餌付きが悪いということがある。天然餌料（持餌）がアイノコイワシのシラスであれば，撒餌のカタクチイワシよりも小形であり，しかも運動力が小さい，ハダカイワシの場合は，カタクチイワシよりも大形であり，しかも，「ハミ上げ」によって著しい円形運動を行っている。このように，Size Preference は，大形のものを選び，運動感は Predator の襲撃意慾を刺戟する，天然餌料と釣餌とに見られる両者の差異が，釣獲成績に影響するものと考えられる。

a.10，クロタチカマス。この魚種も深海性の魚種と考えられている。捕食されているものの体長は，F.L. で 200mm 前後のもので，カツオの天然餌料としては大型の方である。捕食密度は次の表のようになる。

捕　　食　　密　　度

漁場 ＼ 年	1959		1960		1961			
月	2	3	4	5	1	2	3	4
トカラ		0.02	0.05				0.10	0.16
沖縄				0.05				0.65
先島	0.02	0.01		0.05				0.05
台湾東								
バシー		0.21		0.05	0.30	0.09	0.04	0.10
比島東					0.20		0.04	
スルー	0.08				0.19			

1，2月には，主としてバシー海峡以南の海域で捕食され，3月以降では，先島群島以北の海域でも捕食されている。捕食密度の最も大きいのは，昭和36年4月沖縄近海のものであって，0.65となっている。捕食密度が小さいのは，魚体がこれまで記述した餌魚種の内で最も大きいこと，深海性で，棲息密度が小さいことが考えられる。

このような深海性のものが捕食されているのは，カツオの摂餌活動が，早期より開始されることをものがたっていると考えられる。

以上10種の餌生物の内，マグロ，マアジのような捕食密度の小さい魚種を除外して，Table 4，a を通覧すれば，カツオとマルソウダとは，同一海域で捕食されていることが多く，発生域なり，成育域なりが重なりあうことは想像され，前に記述したように，カツオに捕食されているマルソウダの胃内容物として，カツオの幼稚魚が，多数出現した例もあって，両種の発生期なり，成育海域が重なりあうことも考えられる，その他の魚種では，捕食域なり，捕食季節が重なりあうことは極めて少い。これは，魚種相互間の地理的，時間的な分布の相違によるものか，捕食者であるカツオの選択性によるものかは明らかでない。

a. 11，カツオ，漁具曳縄。

竿釣カツオの胃の内容物として，カタクチイワシが多く出現する。しかし，これが撒餌であるか，天然餌料であるかを判別することはむずかしい。曳縄では，多くの場合撒餌を使用しないので，この判別は容易であるが，漁場が沿岸水域に限定されているため，これに伴う制限がある，曳縄で漁獲されたカツオの胃の内容物の出現状況は，Table 4.1.b，ようになる。

マルソウダは，薩南海域で漁獲されたカツオより，ただ1回，1尾だけ出現している。ゴマサバは，昭和33年熊野灘で漁獲されたカツオ1尾の胃より，幼魚が29尾出現し，その捕食密度は，極めて大きいが，標本がただ1尾のため，信頼性が小さい。昭和34では，3月に捕食密度 0.07，4月に 0.11 となって共に小さく，その後には見られていない，熊野灘近海でのゴマサバの発生密度は，小さいといえよう。マアジは熊野灘で，昭和36年4月 捕食密度が 0.70 となっていて，今年のマアジの卓越性が予想される。サンマは主として，薩南海域で捕食されているが，昭和36年では全く捕食されていない。昭和35年のサンマ漁況異変との

関連が考えられる，ネズミギスは主として薩南海域で捕食され，その捕食密度はあまり大きくはない。熊野灘で5月に漁獲されたものが，ミシマオコゼ属を捕食していてその密度は3.20となっている。クロタチカマスは熊野灘で捕食され，昭和34年5月の捕食密度は大きい。ハダカイワシは，昭和36年の標本で，薩南，熊野灘で，共に少数捕食されている。トビウオ類は薩南海域では，捕食密度が大きい。マエソ属の魚が，昭和36年1月，薩南海域で捕食され，その捕食密度は0.51となっている。*Caranx* の類が，昭和25年1～3月に捕食され，1月の捕食密度は 3.84 でかなり大きい。魚種は，*Caranx equula* と思われる。*Caranx* の類は，土佐清水，種子島，サイパン群島近海で多く出現し，それぞれ異った魚種のように思える。ここにでてくるカタクチイワシは，完全な天然餌料であろう。次にでてくるスルメイカとともに，捕食密度を表にしてみよう。

捕　　食　　密　　度

漁場 ＼ 年月	カタクチ											スルメイカ				
	1959				1960			1961				1960			1961	
	1	2	3	4	2	3	12	1	2	3	4	1	2	3	3	4
熊野灘		7.0	0.13	0.15			3.50			5.33	0.20					0.60
薩南		0.24	1.00		0.38	0.55		0.03	2.33			0.08	0.03	6.80	0.50	

カタクチイワシについては，各年とも，熊野灘での捕食密度が大きく，薩南海域では小さい。しかし，他の餌料種に比して，捕食密度は小さい方ではなく，カツオの重要な天然餌料を構成している魚種であろう。

スルメイカの捕食密度には，年変動は大きく，昭和34年では，ほとんど捕食が見られず，昭和35年3月では薩南海域で極めて大きい密度を示している。これは，カツオとスルメイカの幼体との出会の機会が，海況で大きく変化することを示唆するものと考える。

4.2　キハダ（*Neothunnus albacora*……Yellowfin）

キハダは，熊野灘，四国，九州東方沿岸で曳縄によって漁獲されるものの外に，トカラ海域より，スルー海に至る水域で，竿釣で漁獲される。

a，曳縄の漁獲物についての調査（Table 4.2.a）。この漁業は零細なものであって，1時に多くの標本を得ることは，困難であり標本数が少い。

サワラは，昭和35年12月熊野灘で採集された5尾の標本より，1尾だけ出現している。サワラの捕食状況については，メバチの項で考察をすすめる。

マルソウダは，昭和34年3月に，熊野灘で1尾捕食され，捕食密度は0.25であって，やや大きい方である。

ゴマサバ，熊野灘では，昭和28年4月に捕食密度6.67，35年4月に 4.89 と割合は大きいが，出現期間が短い，南部日向灘では，昭和35年4月に，捕食密度 25.11 と極めて大きな平均値がでている。しかし，実際に捕食したのは，9尾のキハダ中ただ1尾であった。従って，ゴマサバの棲息密度は大きかったが，棲息域は狭い海域に限定されていたと思われる。

マアジは熊野灘では，捕食密度がそれぞれ 9.0，0.2，2.89 となって，比較的に大きい。この海域は，両者の棲息域の重さなりが，薩南海域より多くなるものと考えられる。即ち，キハダが，マアジの生活域に干渉する度合が多くなる。

サンマは，熊野灘ではキハダに捕食される機会が大きく，両者の棲息域が，12月頃より翌年4月頃までは，重なりあうことが多くなるものと考えられる。

ウルメイワシの幼魚が，昭和35年1月に，熊野灘で捕食され，捕食密度は2.0でかなり大きい。又，カタクチイワシもときとして多量捕食されていることもあって，昭和34年3月では，捕食密度が10.0となっている。

熊野灘で，昭和35年３月サギフエ（*M. scolopax*）が多数捕食されていた。又，昭和35年12月には，ハダカイワシが捕食密度 11.80 という大きさで捕食されている。

スルメイカが，熊野灘で捕食されている状況を，捕食密度で示すと，次のようになる。

年	1958		1960			
月	3	5	1	3	4	5
捕　食　密　度	1.33	4.0	1.50	12.25	7.86	31.0

３～５月の間の捕食密度が甚だしく大きい。スルメイカの食害状況については，マグロの捕食状況の項で併せて考察しょう。

b，竿釣の標本について，枕崎港を根拠地とする，カツオ釣漁船の漁獲物の 10% 程度はキハダであって，その漁場はスルー海よりトカラ海域に及ぶ，胃の内容物として最も多く出現するものは，カタクチイワシである。この餌生物は，撒餌，又は，釣餌として使用されたものと考える。

昭和34年では，トカラ海域で，マルソウダ（捕食密度 0.85），ゴマサバ（捕食密度 0.57）等が比較的濃密に捕食されている。

カツオは，昭和34年２月に先島近海よりの漁獲標本８尾のキハダの内で１尾捕食されていたが，５月トカラ海域より得られた20尾の標本よりは，388尾（捕食密度 19.4）出現し，集約的に多量捕食されている。この数値を得て，カツオを Prey として求めた捕食密度を修正すると，昭和34年のトカラ海域での捕食密度は次のようになり，５月の捕食密度の平均値が 3.00 となり，トカラ海域では，ときとしてキハダとカツオの幼魚との遭遇する機会が著しく大きくなることは，既に記述したように，この海域に出現する大規模な潮目による Ecotone の現象であろう。

漁場 ＼ 年月	1959		
	5	6	12
トカラ	3.00	22.3	0.01

スルー海で，ムロアジ類が捕食されていることは，この種の生活圏を考察する上に示唆を与えるものと思われる。　マイワシが，昭和36年３月に，トカラ海域で漁獲されたキハダの胃の内容物として出現したことは，マイワシ資源の将来性に明るい見透しを得るものと思われる。マイワシの捕食密度は，1.30 程度であまり大きくはないが，全長は 50mm 程度の幼魚である点が注目される，昭和35年秋より，昭和36年春季までは，日向灘でのマイワシの産卵量は，昭和26年以来の調査では最小量になっている。しかし，昭和36年２月以来，日向灘に出現するマイワシの幼魚量には，注目すべきものがあり，その幼魚の分布はトカラ海域にも及ぶことが立証された，このことについては，次のような考え方が成立する。昭和36年１月になって，日向灘の水温が3°C～4°C急降下し，トカラ列島以南の海域でも，水温が2°C程度降下した，これは，１月になって，寒流系の水塊がこれらの海域に急激に卓越したためと考えられ，この頃よりマイワシ幼魚が，日向灘沿岸で散見されるようになり，ブリの漁況も著しく好転した，従って，これまで暖流勢力の卓越で，生活圏が北方で圧縮されていたブリやマイワシが，寒流系の卓越によって生活圏を南方に拡大したものと受けとられ，日向灘や宇和海にも，尾叉長 24cm に達する大羽マイワシの姿も見られたことは，イワシ類の生活圏の拡りに関する１つの転期ではないかと思われる。

アイノコイワシは，昭和36年３月スルー海で多く捕食されていることは，カツオの項で記述した通りである。ハダカイワシに対する捕食密度，及び捕食海域の拡りは，カツオに比して著しく小さい。これは Predator の游泳習性の相違であろう。

スルメイカが，先島群島近海で，３月捕食されているのは，前に述べた海況の急激な変動と関連があると思う。イカ類が広い範囲で捕食されていることも注目すべきことであると考える。

4.3　マグロ（*T. thynnus* ……Bluefin）

a，曳縄の漁獲物について

この調査で取扱ったマグロは，何れも若令魚が多く，ヨコワと呼ばれているものである。ヨコワは年末より 4 月頃まで，沿岸に近い海域で漁獲される。

マルソウダは，薩南海域でのみ捕食され，捕食密度はいづれも小さく，0.06～0.50 の間で12月～2月に主として捕食されていて，その体長組成も，3月以降の季節にカツオに捕食されているものとは異り，大型のものが多く満1才に近いものの占める割合が大きい。ゴマサバ，マアジについてもほぼ同じようなことがいえよう，薩南海域で，サンマがマグロに捕食されていたのは1例にすぎない。これは，産卵のために南下したサンマの游泳海域と，マグロの幼魚の洄游海域とが，重なり合うことが少いためで，サンマの産卵海域は，屋久島よりトカラ列島に亘る海域であり，マグロ曳縄の漁場は，黒島，馬毛，種子島以北の近海である。

ムロアジ（Scads）類が，薩南海域で，比較的に大きく捕食されているのは，注目に価する。これらの資料の積み重ねは，ムロアジ類の生活史の研究に重要なものである。ネズミギス，アイノコイワシ，クロタチカマス等も天然餌に なっているが，マグロにとっては，左程重要なものとは考えられない。ハダカイワシは，薩南海域では主要な天然餌料の一つであるように思える。

ニギスが昭和34年1月薩南海域で捕食され，その密度は 2.0 となっている。このニギスの体長は 170mm に達するもので、一般の深海底曳網の漁獲物に比して，体長が甚だしく大きい。ニギスの主要な漁場は，日本海西部（鳥取，島根両県）の 200 meter 以深の区域であり，南部日向灘でも，深海底曳網で漁獲されることがある。薩南海域でマグロに捕食されていたニギスは，深海部に棲息するものの成魚であって，この種の生態に関する研究には貴重な資料であると思われる 。

キビナゴが，薩南海域，及び，足摺近海で捕食され，足摺近海での捕食密度が大きい。薩南近海で捕食されているキビナゴは，種子島を主発生場とするキビナゴと関連性があり，足摺近海のものは，北日向灘を主発生場とする群との関連性が考えられる。

カタクチイワシは，スルメイカとともに，マグロの主要な天然餌料と思われる（スルメイカの欄で，括弧内に記入してある数字は種類不明のイカ類を示したものである）この両種について，捕食密度を計算すると次のようになる。

カ タ ク チ イ ワ シ

年	1959				1960					1961			
漁場　月	1	2	3	12	1	2	3	4	12	1	2	3	4
薩　南	0	0.62	2.01	0	—	0.52	0.95	0	0	0.41	0.718	0.75	
足摺近海	0	0	0	0	0	0	0	0	0				—
熊野灘	—	—	—	—	—	—	—	—	0.80	0.09	1.00	—	0

足摺近海では，カタクチイワシは殆んど捕食されず，これに代って，キビナゴの捕食密度が，2.1～2.5 となっている。熊野灘では，12月～2月の間が捕食密度が大きい。これらは，マグロの生活圏がカタクチイワシの生活圏に強く接近する季節を示したものと思われる。

ス ル メ イ カ

年	1959			1960				1961		
漁場　月	2	3	12	1	2	3	4	1	2	3
薩　南	0.13	0.09	0	1.08	1.20	0.07	—	1.87	1.20	0.32
足摺近海	—	—	0	0	0	2.34	1.10	—	—	—

スルメイカは，薩南海域と足摺近海で主として捕食され，その密度は，昭和34年では少く，35年，36年では大きい。マグロがスルメイカの年発生量を，相当強く抑制するのではないかと考えられる。

b，1本釣の漁獲物について

マグロが1本釣で漁獲されたのは，稀らしいことであって，特に，昭和36年では，足摺岬近海よりルソン島東部海域に及ぶ広い海域で漁獲されている。餌生物としては，特に注目すべきものはなく，標本数が，カツオ1本釣のものに比して少いため，その1小部分を表現しているに過ぎないものと考えられる。

4.4　メバチ（*P. obesus*……Bigeye），

この魚種は，熊野灘で高令魚が延縄で漁獲され，若令魚が，串本近海での曳縄，或は，薩南〜バシー海域で竿釣でそれぞれ漁獲される。竿釣の漁獲物の胃の内容物は，既に記述した魚種と大差がないので省略する。

延縄，曳縄で漁獲されたメバチの胃内容物は Table 4，4，a，のようになる。

サワラの F.L. 95cm に近いものが，昭和34年12月〜35年1月の間に捕食され，その捕食密度は 0.13〜0.30 でかなり大きい。サワラは産卵のため，初夏に瀬戸内海に洄游し，秋期に外海に捜餌洄游をするもので，その捜餌群が熊野灘にできる強力な Ecotone で，メバチに接触して捕食されたものと考える。

サンマのメバチによる捕食密度は，マグロより甚だしく大きく，キハダによく類似している。これは，餌として使用されているサンマも含まれていると思われるが，この海域の海況が，メバチとサンマとの接触をつよめるものと思われる。

バショウカジキの稚魚が捕食されていることもあり，マイワシ，ウルメイワシの成魚が捕食され，又，タチウオも捕食されていることもあって，熊野灘にできる強い潮目内で，棲息域の異なる魚種間の Predation 密度が大きいことを説明している。その最もよい例は，スルメイカ，カタクチイワシの捕食現象であろう。

スルメイカは，昭和34年12月より昭和35年2月の間に多く捕食されている。捕食密度は，1.25〜8.12 で，大きな値を示している，昭和36年では調査表の記載にスルメイカと明記してないので省略する。

ここで，胃の内容物として出現するスルメイカの体長組成を一括して考察しょう。

Table 5，b，が胃の内容物として出現したスルメイカの体長組成である。

紀南海域では，4，5月に mantle length 30〜90mm のものが，主群として出現し，200mm のものが少数出現した。小型の体長群は発生後約2ケ月以内のものと思われる。南部日向灘で6月に捕食されていたものは，130〜170mm の mantle length 群で，薩南海域で早期に発生した昭和35年級魚と思われる。薩南〜トカラ海域に，昭和34年12月より昭和35年3月までに捕食されている体長群は，mantle length が 30〜90mm であって，発生後3カ月以内のものと考えられる。土佐清水で昭和35年3，4月に得られた体長群は，発生期が幾分異なる0才の初期のものと思われる。熊野灘では昭和34年12月に mantle length 20〜100mm の群と 130〜180 との2群があり，昭和35年1月には，mantle length 30〜40mm，100〜110mm の群と，更に，180〜240mm の3体長群がある。2月には，200mm の群だけが見られる，これらの群の内，110mm 以下の小型群は，発生後4ケ月以内のもので，180mm 以上の mantle length の群は，34年級の発生のおくれた群と考えることができる。4〜5月に出現したものは，主群は昭和35年級であって，34年級のおくれた群が少々混在している。

昭和35年1月〜5月に，薩南海域より台湾東方海上で捕食された体長群は，発生後1ケ月より4月以内の群と考えられる。これよりすれば，スルメイカの発生期に甚だしい広い巾があるのは，熊野灘海域であり，他方スルメイカの成長は，著しく速いもののように考えられる。

カタクチイワシは，メバチに集団的に大数捕食され，熊野灘では昭和34年12月に捕食密度は 0.65，昭和35年1月には 30.3 となって，著しく大きい。しかし，同年2月には，1.20〜 昭和36年1月には 2.00 となって，捕食密度の変動が著しく大きい。これは，主棲息場の海洋条件の異なる両種が，潮目で相互に大きい密度で遭遇することが，たまたま起るためで，このような現象を，Ecotone に於ける edge-effect と定義する。

ハダカイワシ，熊野灘で漁獲されたメバチの胃の内容物には，多数のハダカイワシが発見される。時としては，魚体は完全に消化され，多数の耳石のみが残存している。その耳石の形より，ハダカイワシと推定し

得る，捕食密度を計算すると，昭和34年12月に 34.2，昭和35年1月に 26.0，2月に 42.3，3月に 7.3となって極めて大きいことや，カタクチイワシの捕食の場合と異なり，捕食密度に個体変動や季節変動が比較的小さく，Prey と Predator の遭遇が，比較的安定した状態に保たれていると考えてよい。このような状態は，メバチの游泳層が深海に及ぶこと，及び，その眼球の作用よりして，夜間の摂餌が可能であること等について説明している川崎，並びに渡辺の見解に同意する。

ミズウオをマグロ類が捕食していることは多くの人が認めている。リュウグウノヒメがときたま多数捕食されていることも衆知のことと思われる。キビナゴが多く捕食されていることは，熊野灘，特に尾鷲近海に主要なキビナゴの発生場のあることから，容易に理解できる。

4.5 ハガツオ (*Sarda orientalis*)

この魚種は，冬期定置網に入網することがある。しかし，その Population size はあまり大きいものではなく，マルソウダの Population に比して，甚だしく少い。カツオ竿釣で混獲されることもある。ここで取扱ったものは，竿釣の漁獲物である（Table 4，5），昭和34年2月薩南近海の漁獲物では，サンマが主として捕食され，捕食密度は 0.833 で比較的に大きい。昭和35年10，11月足摺岬近海で漁獲されたものでは，アカカマス（*Sphyraena* sp.），イカ，カイワリ等が1尾当出現した，一般に足摺近海で漁獲されるカツオ，マグロ類の摂餌量は少い。

4.6 ヒラソウダ (*A. thazard*)

ソウダカツオ属には，ヒラソウダとマルソウダとの2種があって，漁獲量としては，マルソウダの方が遙かに多い。しかし，マルソウダは刺身として鮮魚を食えば，食中毒をするといわれ，主として雑節類の原料に使用される，これに反し，ヒラソウダは鮮魚として賞味される。従って，漁業者や魚商人はたやすく両者を区別するが，研究者の中には両者の区別に困却するものも多い。

昭和34年6月，トカラ海域で竿釣による漁獲物より標本が採集されている。胃の内容物としては，カツオの幼魚が最も多く，捕食密度 0.30，次にキビナゴで 0.27，イカ 0.20，となり，マアジ，マルソウダ，トビウオ，カワハギ（Filefish），ギンカガミ等が2尾，又は1尾当捕食されている。カタクチイワシは，捕食密度が 4.9 となって大きいが，これは，撒餌を捕食したものが多いと考えられる。

4.7 マルソウダ (*A. tapeinosoma*)

熊野灘での曳縄の漁獲物と，種子島の定置網の漁獲物より，標本が採集された。

曳縄の漁獲物よりの標本の採集は，主として串本港で採集された。胃の内容物としてはカタクチイワシが常に多く出現している，その外に，ゴマサバ，マアジ，サンマ，ネズミギス，クロタチカマス，サギフエ，マエソ属，ハタアジ，マトウダイ，ミシマオコゼ，イカ等が少量づつ捕食されている。昭和36年4月，マアジの捕食尾数が比較的に多いことは，日向灘海域で，マアジの発生量が多いこと等と関連があるように思える。

Table 6 カタクチイワシの捕食密度

年	1958	1959			1960	1961		
月	12	1	2	3	12	1	3	4
捕食密度	0.02	0.26	0.22	0.01	8.1	0	0.07	1.47

カタクチイワシの捕食密度には，大きな月間変動が見られ，餌魚種と捕食魚との接触は，常時のものではなく，特定の海況下で，遇発的に起る可能性が大きい。

定置網では，昭和35年4月に多くの標本が得られた。種子島近海のマルソウダの漁期としては，ややおく

れているが，高令魚の標本であった。魚種別に捕食密度を計算すると，ゴマサバで1.23，マアジで33.17，マエソ属が 0.86，カタクチイワシで 15.3 となり，マアジを多く捕食している。この捕食されていたマアジは，Table 5，g，でもわかるように，F.L. 10〜40mm のもので，発生後まもないものと思われる。

ここで胃の内容物として出現するマアジ，カタクチイワシ，キビナゴの体長組成を検討しよう。

マアジ（Teble 5，g），薩南海域より沖縄近海に出現するもので，F.L. 80mm 以下の群は0才魚であり，F.L. 110mm 以上のものは，1才以上のものと思われる。この海域では，マアジが捕食されている密度は大きくない。従って，マアジの主発生場とは思われないが，この海域の近接部に主発生場があるように思える。屋久島沿岸では，F.L. 50〜80mm のものが主として捕食されているが，密度は大きくはない，種子島の沿岸海域では，4月，5月に，F.L. 50mm 以下のものが濃密に捕食され，特に F.L. 30mm 以下のものが多い。これより見て，種子島近海は，マアジの発生海域としては，重要なものと思われるが，出現時期がややおくれているように思われる。熊野灘，足摺岬近海でも少数のマアジの発生が見られるようである，これらの資料よりして，マアジの主要な発生場は，種子島の近海で，暖流水域外ではないかと考えられ，沖縄近海に出現するものは，暖流とこれに接する反流との相互作用で輸送されたものと思われる。

カタクチイワシ（Table 5，c，参照），この魚種は，竿釣漁業の撒餌として多く使用される。従って，竿釣の漁獲物の胃内容物として出現するものは，撒餌と天然餌料との区別が，明確にできない，この表で（P）は竿釣の標本より得られたもので，（T）は曳縄，（L）は延縄，（S）は定置網と，それぞれの標本採集の漁具を示したものである。

薩南〜スルー海域で，竿釣の漁獲物の胃に見られる，F.L. 500mm 以下のものは撒餌としてあまり使用されない小型のもので，天然餌料として捕食されたものと思われる。足摺近海の小型群は，撒餌である可能性が大きい，薩南〜スルー海で出現したF.L. 60〜110mm のものは，主として撒餌として使用したものと仮定しておく，そうすると，天然餌であると判定できるものは，熊野灘，薩南の曳縄，種子島の定置，土佐清水での延縄，日向灘の曳縄等の漁獲物の胃より出現したものといえる。

熊野灘では，昭和34年はシラス，及び，F.L. 80〜130mmで Peak が 100mm のものが主として捕食され，昭和35年では，90〜110mm の極めて多い。薩南海域の曳縄の漁獲物よりは，F.L. 70〜140mm のものが主として出現し，Peak は120mm にある。日向灘では，シラス及び，F.L. 100〜120mm のものであり，種子島のものは 40mm のもののみである。他方，薩南〜スルー海の竿釣のものよりでてきたカタクチイワシの体長組成で，60mm 以上のものの 組成をみると，昭和34年では 150mm まで，昭和35年では 120mm まで，昭和36年では，主分布は 140mm であるが，170mm のものが2尾見られている。体長組成の Peak は，各年とも 90〜100mm にあって，Peak の右側は急激に減少した形と考えられる，従って，昭和35年の F.L. の分布型を撒餌の体長組成の基本型と考え，体長120mm以上のものは，天然餌料である可能性が大きいと考えてよかろう。

キビナゴは，種子島沿岸で最も多く捕食され，熊野灘，足摺岬近海でも捕食されている。種子島沿岸で捕食されたものの体長組成を示すと，Table 5，h，のようになる。5月，6月に体長 30mm 以下のものが極めて濃密に捕食されているので，この海域のキビナゴの主発生期は，4月〜6月の間でなかろうか，1月〜6月に Peak が 60〜65mm にある群は，前年のおくれ仔で，3〜6月に 80〜90mm に Peak のある群が1才魚の主群であるように考える。F.L. 120mm のものは，2才魚ではなかろうか。

5，ブリの幼魚の自然減耗について

昭和33年宮崎県沿岸漁業指導所がブリの養殖を計画したが，種苗を集めるのに困っていた。筆者等は，ブリの幼魚で体長 30mm 以上のものが，流れ藻について多く集まっていることを知っておるので，この様な幼魚を採集して種苗とするよう指導した。その後急激にブリの養殖が盛んになってきた。ブリの養殖とは体長 30〜120mm 程度の幼魚を捕えて，飼育場で人工餌料で成長を促進し，秋〜冬期体長 400mm 位に達したものを収獲するのである。徒って，これらの養殖魚は，次代の蓄殖には全く関与しないものであり，又，

定置漁業としては，養殖用種苗の採捕が，その対象をする資源に悪影響があるとしている。

太平洋沿岸でのブリの漁獲量は，大雑把に見積って 1,500～2,000 Ton 程度で，その1尾平均体重は 3 kg 程度と考えられるから，漁獲尾数は 500～600 万尾程度と考えられ，その漁獲利用係数を 0.30，自然死亡係数を0.18とそれぞれ仮定すれば，資源尾数（R）は次のようになる。

$$Rn = Yn\frac{F+M}{F} \cdot \frac{1}{(1-e^{-(F+M)})} = (500\sim600)\ \frac{0.48}{0.30} \cdot \frac{1}{1-0.62} = 2,100\sim2,500\text{万尾}$$

養殖用の種苗として採捕されている尾数は現在の所 50～60 万尾程度であって，今まで大した問題にはならないが，体長 30～120mm のブリの幼魚の自然死亡率を推定し，この幼魚に加えられる漁獲が，資源に与える影響を調べる手がかりが試みられつつある。

本文はその第1の手がかりとして，ブリの幼魚の成育期に，日向灘に出現する Predator の胃の内容物の調査を行った。

Table. 7 Cannibalism of Young Yellowtails Northern HYUGA-NADA
8 th.June 1960.

NO.	F.L.	Stomach Contents Weight Index of Predator	Name and F.L. of Prey
1	12.9mm	6.11	Yellowtail FL. 60.0mm (1)
2	16.4	3.86	〃 65.0 (1)
3	14.6	4.20	〃 60.0 (1)
4	13.6	2.16	Round herring 50.0 (2)
5	15.1	5.52	Yellowtail 50.0 (1)
6	13.0	0.0	Empty
7	13.5	0.0	〃
8	12.6	5.22	Yellowtail 4.7 (1)
9	12.3	0.0	Empty
10	11.6	0.0	Empty

Table 7，は昭和35年6月8日，大分県深島近海で採捕したブリ幼魚を，漁船の活間に収容して，約4時間の航海の後，蓄養生簀に移す時に採集した標本で，共喰いの率は50%となって，Size preference の上限は，46.5% となっている。この共喰いは，消化の進行状態よりして，漁船の活間の中で，不自然な状況で行われたものと考えられる。本文の第2編，Table 3.29 は，稚魚採集網で採捕したもので，採捕直後に固定したブリ幼魚の胃内容物を示したもので，自然の状態での捕食状況を示しているものと考えられる，このような状態では，共喰いは全く見られなかった。

ブリが共喰いを行うのは，人為的な場合が多いと思われる，即ち，採捕の際旋網中での共喰い，運搬の際，船の活間での共喰い等である，日向灘で，ブリの幼魚の出現期に漁獲されたシイラについて，通山が胃の内容物を調べたのが，Table 8～10 である。

摂餌量指数（Table 8）は，一般の Predator と同様に，指数 0～1.5 の占める割合が大きく，2.0 より大きい指数では，出現頻度は離散的に分布している。6月採集された標本は，指数の上限が大きい。

Table 10 は，餌魚種別の捕食密度である，最も普通に捕食されているものは，カタクチイワシとそのシラスである。次にサンマの成魚，サバの幼魚，マアジの成魚，トビウオの成魚等であるが，ときとして，ハリセンボンを飽食していることもある，ブリの幼魚が多く出現したのは，5月25日に採集されたシイラであって，捕食密度は 1.36 で，相当大きい数字である。このシイラは，流れ藻付の群であったといわれ，1網で 4,500kg 漁獲され，漁獲尾数は約 2,000 尾であるから，この割合で捕食されているとすれば，約 3,000 尾のブリ幼魚が捕食されていることになる。

6月3日に採集された標本よりは，多くの魚種が餌生物として出現している。特に注目すべきものは，ハリセンボン，カジキ類，シイラの共喰いであろう。6月3日の調査では，標本数が多く取られているので，稀に捕食される餌魚種も発見されていると考える。

餌魚種の体長組成は，Table 9のようになる。

Table 8
Stomach contents weight index of Dolphin fish(1961)

index \ Month	4	5	6
0.0	3	4	22
0.5	1	16	26
1.0	1	2	14
1.5	1	0	9
2.0	0	0	1
2.5	1	2	4
3.0	0	1	2
3.5	1	2	5
4.0	1	0	4
4.5	0	0	3
5.0	1	0	0
5.5	1	0	1
6.0	0	1	3
6.5	0		3
7.0	1		1
7.5			2
8.0			0
8.5			1
9.0			1
9.5			0
10.0			1

Table 9
Body Length of Prey Predated by Dolphin fish

FL.mm. \ Month	Anchovy			Jack m.		Saury			Spot'. m.		Yello-wtail	Flying f.		*D.maruadsi*	*D.muroadsi*
	4	5	6	4	6	4	5	6	5	6	5	5	6	6	6
20											11				
30		40	15												
40		0	0												
50		0	0		4							1			2
60		0	0		0										0
70		1	0		0										0
80		2	0		0				1						0
90		1	0	1	0									2	0
100	7	10	9		0					1				0	2
110	19	3	10		0					10				0	
120	2	5	205		0					6				0	
130	6	20	317		6					3				0	
140	1	2	1		6					4				1	
150					3					4				0	
160					0					0				1	
170					1					0			1	0	
180					0					1			0	1	
190					1								0		
200													8		
210													2		
220													0		
230													1		
240													2		
250													3		
280						2	1								
290						1	0								
300							1	3							
310								0							
320								1							
330															
350															

Table 10 Feeding Density of Dolphin fish by Species in Northern HYUGANADA·········1961

n/N n······Numbers of prey, N······Numbers of predator.

Date	N.	"SHIRASU"	Anchovy	Jack m.	*D. maruadsi*	*D. muroadsi*	Spot' m.	Saury	Yellowtail	Flying fs.	Globe f.	Sail f.
4.27	8		1.75	0.12				0.38				
4.28	5		4.20									
5.16	1							1.50				
22	7	0.57	0.86				0.29					
23	5		3.80				0.20					
25	8		1.87						1.36	0.12		
26	5	7.12	0.40									
30	2							0.50				
6. 1	4		5.00					0.25				
2	5			0.20			0.20				0.40	
3	52		0.04	0.40	0.02	0.07	0.54			0.31	0.05	0.02
4	4	2.25	0.75									
6	6	1.00	1.17									
7	5		0.40									
8	22		23.00	0.13			0.04	0.13		0.04		

Date	N.	*Daicocus petersenі.*	*Alepisaurus borealis.*	*Diodon* sp.	*Zeus japonicus.*	Dolphin fish.	*Acinacea notha.*	*Myctophinae* sp.	Common squid
6. 3	52	0.07	0.04	1.79	0.02	0.02	0.04	0.02	0.17

カタクチイワシは，シラスと F.L．70〜140mm のものが捕食されているが，シラスは撒餌に使用されたものと考えられる。F.L．120〜130mm のものが，主として捕食されている。

マアジは，F.L．90mm 以下の０才魚，及び，F.L．130mm〜190mm の１才魚とが捕食され，１才魚の捕食数が多いことは，マアジの漁獲状況とよく対比している。サンマが捕食されていることは，６月頃まで，日向灘に親魚のサンマが滞留していることを物語っている，F.L．は280〜330mm で，６月に捕食されているものは，F.L．300〜330mm で大型である。

ゴマサバは，F.L．100〜180mm の０才魚である。

ブリはF.L．20mm 程度のもので，やっと流藻づきの生活に移った頃のものであろう。

Predator の胃の内容物より，ブリの幼魚が出現したのはいままでの調査では，５月25日に取り扱ったシイラが唯一の例である。シイラはブリの幼魚と同じように，漂流物に集まる習性がある，従って，両者の接触の可能性はあると思われるが，その例は稀れにしか発見できないように思える。

以上の研究より次のようなことがいえる。

ブリの幼魚，特に養殖種苗として使用される，F.L．30mm 以上の幼魚の自然死亡率は，比較的に安定して，しかも小さい，自然死亡の主なるものは，共喰いによるものであろうが，全く自然な状態で，共喰いが行われるかどうかは，今後の研究によってたしかめねばならない。ブリの幼魚に食害を加える魚種としては，その習性上，シイラであるという考え方もでるが，その棲息する海洋の条件よりして，両者の遭遇する機会は，極めて稀であろうと考えられる。

6．付　　録

本研究では，多くの人々の協力によって進められた，特に，資料の採集を最も多く行った枕崎港では，漁船の船長，枕崎魚市場の職員，鰹節製造業者等多数の人々の援助によって，作業が円滑に進められたものであって，その方々に御礼の気持で，枕崎港を根拠とする鰹釣漁業を主として，近年の漁況の推移を記述しょう。

6.1　船型別，月別漁獲量。

船型別に漁獲重量が整理されているのは，昭和31年以降のように思える。それを整理したのが Table 11である，枕崎港を根拠地として 10〜50 級の小型漁船が多く活動しているのは，最も特徴的であって，カツオ釣漁業は，近海業の性格が全国で最も強い。しかし，小型船の活動には，年変動が大きい，これは，薩南，トカラ海域にカツオ群の来游状況の年変動を素直に物語るものと思われ，昭和31年より34年までは，小型船の入港数は増加傾向を示しているが，35年はやや減少している。それにつれて，年漁獲量も昭和34年までは逐次増加傾向を辿り，昭和34年では，その水揚げ量も中型，大型船と殆んど同額になっているが，昭和35年は著しく減少している。小型船の活動状況を月別に見ると，昭和31年では４月頃より活動が盛んになり６月に最高調に達し，以降は経月的に入港船数が減少している。水揚重量では，１月では中型，大型船を凌駕しているが，２〜５月では中型，大型に遠く及ばない，５〜８月では，たいした遜色は見られない。昭和32年は，小型船の活動の盛期は５月に始まり，６月に最高潮に達し水揚げ量は全体の60％以上となり，前年同期より著しく増加している。以降経月的に減少しているが，10月にまた著しく増加しているのは，この時期にカツオの接岸があったためと思われる。昭和33年では，１，２月には水揚げした小型船はなく，３月より活動を開始して，６月に最高潮に達し，９月頃まで活動が持続されている。水揚げ重量は，６月には全体の80％以上となっている，７月は約 60％，８月には 40％ と減少し，９月では 30％ 台になっている。昭和34年では，３月より小型船の盛んな活動が始まり，５月に最高潮に達し12月まで好調が持続されている。昭和35年では，全漁獲量が減少していると共に，小型漁船の成績も好ましくない。活動の盛期は３月より11月の長期に亘っているが，年漁獲重量は前年の 60％ にすぎない。

小型漁船の活動が，枕崎近海に出現するカツオの量的なバロメーターになると思われる。小型船につづい

て，50～100 トン級の中型船の活動は，先島群島～沖縄近海のカツオの来游量のバロメーターになると考えられるが，この船型の漁船は，年々減少傾向を示している。これに反し，1隻当りの漁獲量は逐年増加傾向が見られる。

100～200 トン級では，入港船数に大きな年変動もなく，1隻当りの平均水揚げ重量も，昭和31年を除けば殆んど年変化は認められない。これは，広い漁場をカバーできるためで，極部的なカツオの来游量の変化に影響されないためと考えられる。しかも，この漁船のものは，夏期には，東北海域に出漁するものもあるように思われる。

薩南，トカラ海域の漁況を支配するものは，暖流勢力の流動の強弱であって，カツオの資源量の年変動の影響を受けることは極めて少いと考えられる。このようにカツオの来游状況を支配する海況の研究が必要であろう。

6.2　魚種別，月別漁獲量（Table 12）

枕崎港にカツオ釣漁船が水揚げするものは，魚種としては，カツオが主であって，その水揚量の約10％がマグロ類である，このマグロ類は主としてキハダであって，少量のメバチ，ビンナガが混入し，昭和36年ではマグロも漁獲されている。

マグロ類の漁獲の盛期は，2月～5，6月と9，10月になっている年が多い。しかし，昭和33年は3月以降10月まで例年に見られるような大きな月変動がないように思える。

マグロ（クロマグロ）の曳縄による漁獲量が，昭和35年より明記され，昭和35年では1～3月と12月に漁獲量が大きい，昭和36年では，1～3月の漁獲は前を遙かに凌駕している。この魚種は，2，3月には竿釣でも漁獲され，漁場は台湾近海に及んでいる。

近年若令マグロの漁獲量が次第に増加しつつあり，これに反しキハダの漁獲量はやや減少傾向にあるように思える。

7．要　　約

（1），魚食性魚類の胃の内容物を調査して，食害による魚類の自然減耗の状況，並びに，重要魚種の発生場と年令生量を明らかにする目的で，熊野灘，足摺岬近海，日向灘，種子島周辺，屋久島近海，及び，薩南海域よりスルー海に亘る海域より，カツオ，キハダ，マグロ，メバチ，ビンナガ，マルソウタ，ヒラソウダ，スマ，ゴマサバ，サワラ，シイラ，ブリ，カンパチ，ヒラマサ等の胃の標本を採集し，その内容物を調査した。

（2），胃の内容物として出現する魚種は極めて多く，主要餌料魚種の地理的分布は Plate に図示した通りになり，カツオ，マルソウダ，ゴマサバ稚魚は，主として薩南海域より沖縄本島近海で，捕食密度が極めて大きい，又，マグロがトカラ海域で捕食されていることもあった。従って，ゴマサバの主発生場は，トカラ～先島群島近海であり，カツオ類によって著しい食害を受ける，カツオ，マルソウダ類の発生域は極めて南北に亘る広い海域であって，トカラ海域でも濃密に発生するが，大きな食害を受けて資源の補源とはなり得ない。

熊野灘ではカタクチイワシ，サワラ等が捕食されていることが多い。

足摺岬近海は，異った餌料種の構成が見られる。

（3），ゴマサバの主発生期は，2～4月であり，カツオは海域によって異なり，少くとも11月～5月に亘る期間のように思われる。マルソウダは，カツオより産卵海域は広く，土佐湾でも産卵し，期間は12月～7月までの間であろう，マグロは台湾近海よりトカラ海域で3月以降ではなかろうか。

マアジの主産卵場は，薩南七島よりも西方の海上のように思える。

（4），熊野灘，トカラ海域には，強い Ecotone が形成され，ここでの Predation は極めて大きい。しかし，熊野灘では成魚が捕食されるのみで，これは自然死亡率を高めるものであるが，トカラ海域の

Ecotone は幼魚に加えられる食害であって，Ecological moment を起す可能性が大きく，ゴマサバの卓越性は，ここでの食害の度が少い時に発現すると思われ，卓越年級魚の出現の可能性は極めて少い。

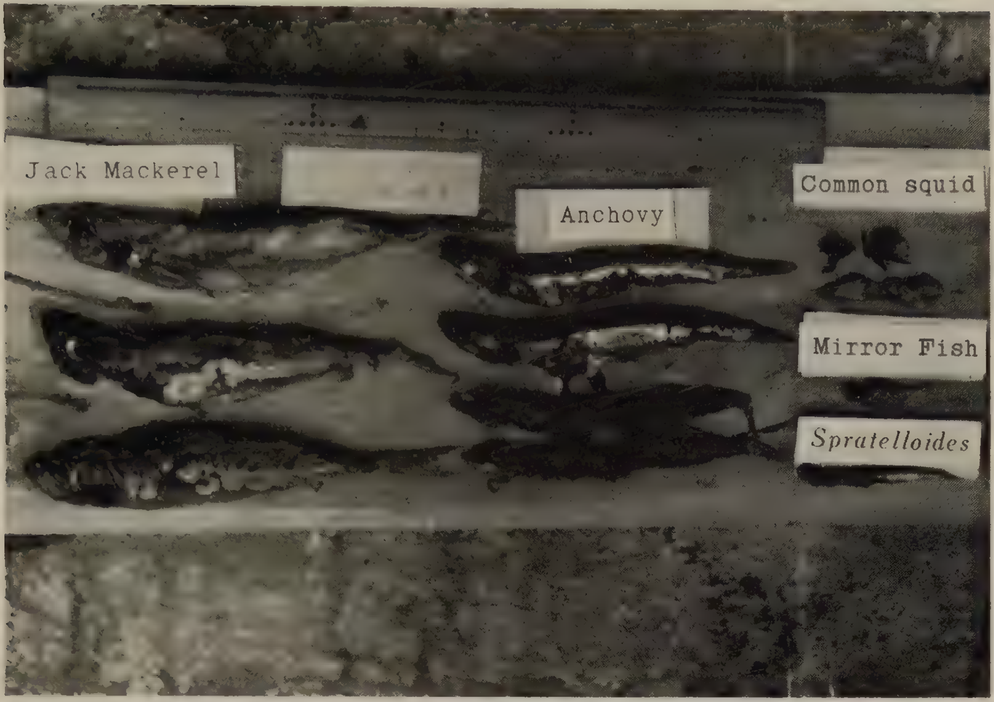
（5），ハダカイワシ，ネズミギス，タイワンアイノコ，クロタチカマス等がカツオ，マグロ類の重要な餌料生物としてあげられる。

終りにのぞみ，本研究に必要なる標本の採集に協力された，南海区水産研究所串本支所の辰喜支所長を始め所員の方々，高知県水産試験場の東条場長，森田技師，九州大学農学部水産科助手三尾真一氏並びに南海区水産研究所沿岸第一科長浅見忠彦氏に厚く感謝する。

参　考　文　献

1，渡辺久也，1960，マグロ，カジキ類の食餌組成の海域的な相違について，
南水研報告，No. 12　，pp75～84，

Plate 1. Stomach Content of Bluefin Tuna caught by Trolling Line (Off MAKURAZAKI Feb. '61)



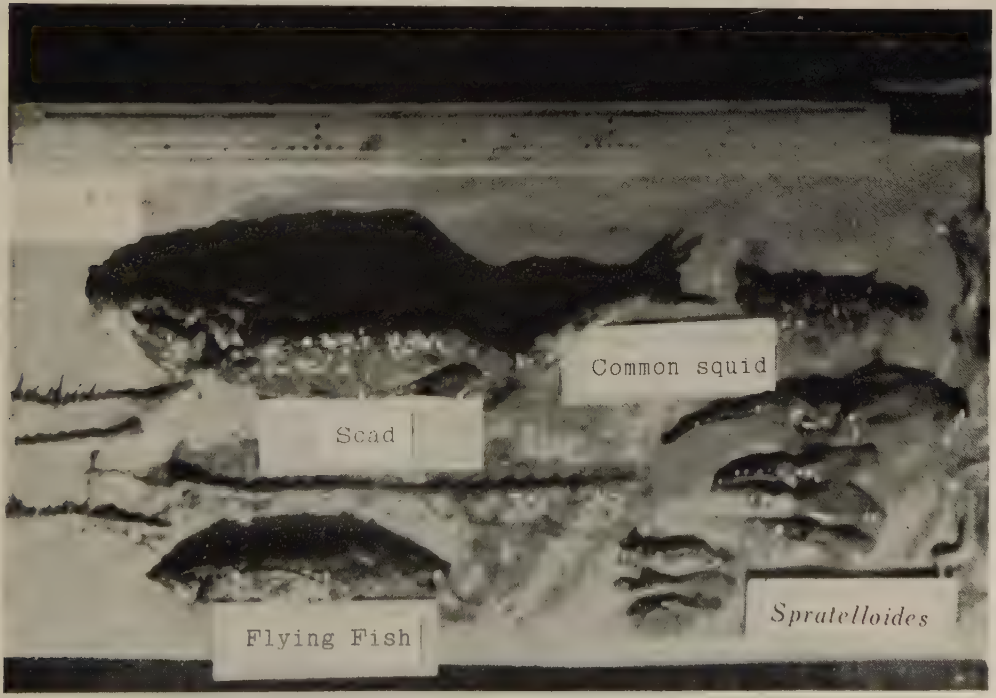


Plate 2. Stomach Content of Skipjack caught by Pole and Line in the sea area of TOKARA

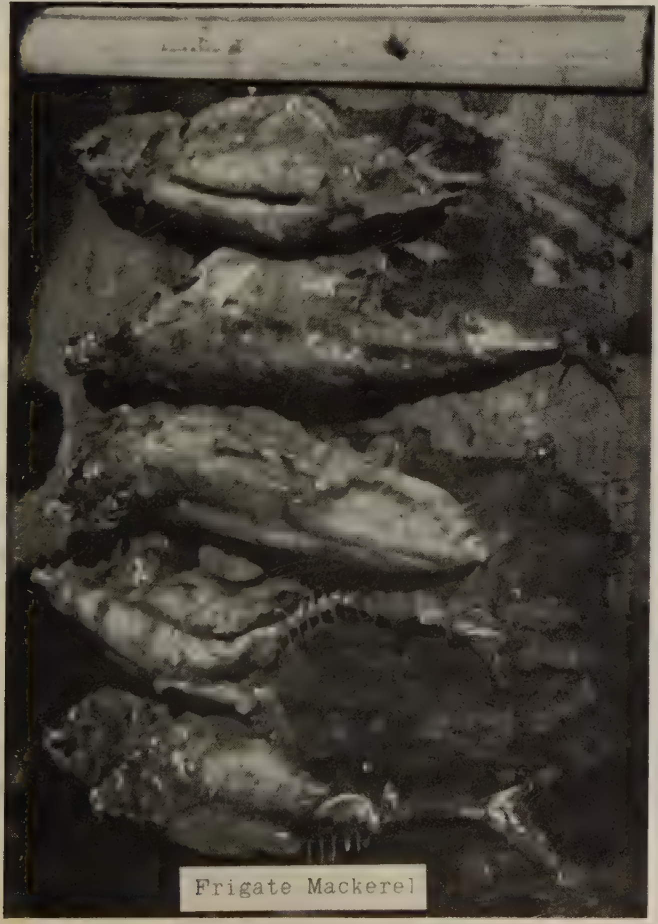
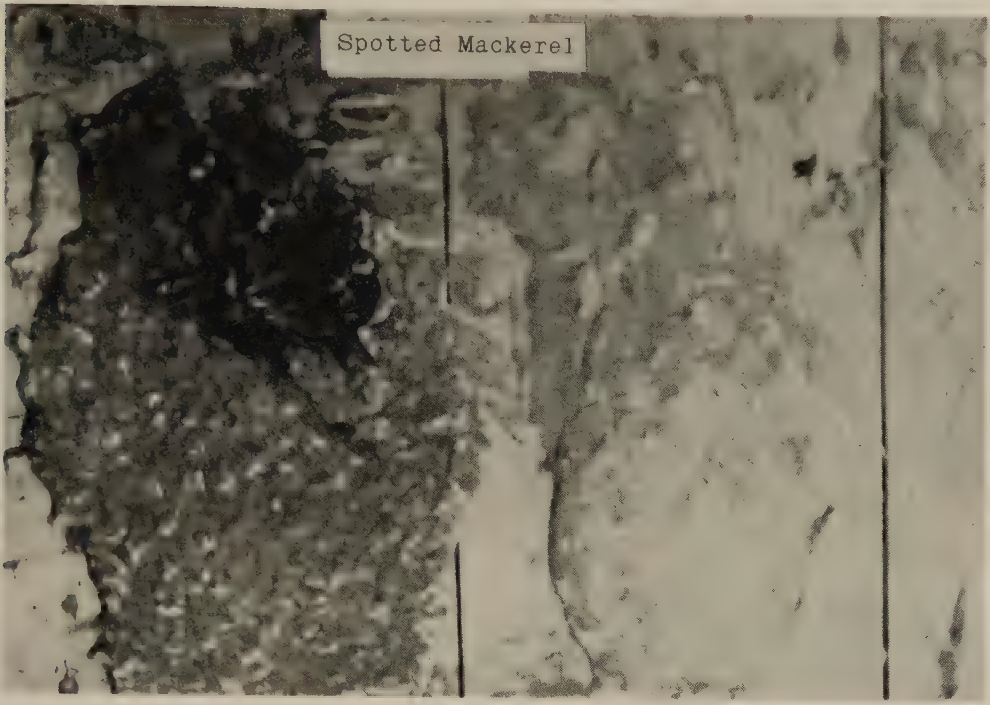


Plate 3. Stomach Content of Skipjack caught by Pole and Line.

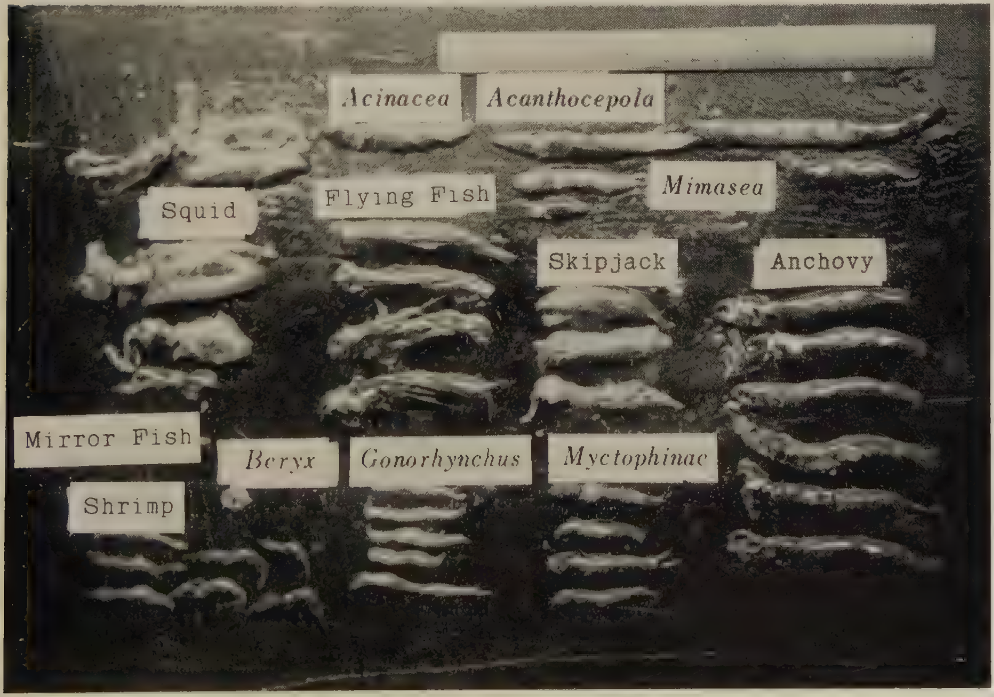
Fig. 1. Juvenile of Spotted Mackerels from the Sea OKINAWA

Fig. 2. From Bashi

Fig. 1



Big. 2



第4部　綜　合　考　察

横　田　滝　雄

1．魚類の群聚体

1.1　漁獲量の歴史的推移

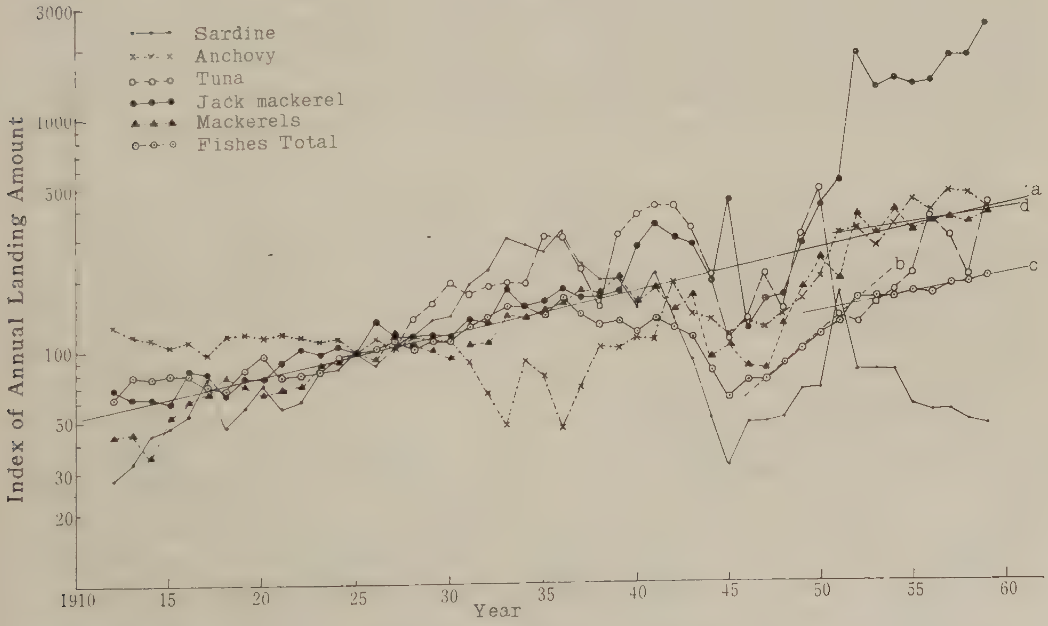
我が国の漁獲量の歴史的な推移と，それに内蔵される魚族の資源の変動とを一瞥しょう。Fig. 1，2，は大正2年（1912）より昭和34年までの沿岸性重要魚種の累年漁獲量の変化を指数で図示したもので（大正14年を100とする），魚類全漁獲量では（Fig. 1），大正2年（1912）より昭和11年（1936）までの35年の継続的な増加傾向が見られ，大雑把に見て累年増加は指数函数的であり，t を経過年数とすれば，

$$y=56e^{0.042t}$$ 図中の直線 a，

のような漁獲量の上昇傾向を示している。昭和12年（1937）より昭和20年（1945）までの間は，太平洋戦争の影響で，漁業が潰滅状況になった時期であり，1946年以降，1952年（昭和27年）までの間は次のようになる

$$y=63e^{0.159t}$$

Fig. 1



年漁獲量の増加傾向は大きく，指数では，1912～'36年間の増加傾向の3.4倍となっている。昭和27年（'52）以降，比較安定した状態での漁獲量の全体的な伸びは次のようになる。

$$y=160e^{0.034t}$$

この漁獲量の伸長の度は，1912～'36年間の8割程度である。しかし，総漁獲重量は，昭和34年（1959）では，昭和11年（1936）の1.3倍になっている。

魚種別に漁獲の累年変動を調べてみよう。〔ここでは昭和12年～昭和20年（1937～1945）間は除外する〕，

サバ類の漁獲量の累年増加傾向は，1912年（大正2年）より1941年（昭和16年）までの間は，魚類全漁獲量の増加直線と全く一致していると考えてよい。又，1950（昭和25年）以降の増加傾向は，′12〜′41年間の増加直線の延長とも倣し得るが，この期間は，前期に比して，増加指数が 20% 減少している。これよりして，昭和29年（1954）頃には，サバ類の漁獲量の増加傾向は，既に頂点に近ずきつつあるように思われる。その漁獲量は1925年の4倍になっている（Fig. 1）。

マイワシについては，今更論及する必要はないと思われる。しかし，これをカタクチイワシと対比しつつ考えると，注目すべきものもある。大正2年（′12）〜昭和5年（′30）間は，カタクチイワシは，指数 110 の水準で大きな年変動はなく，昭和6年以降指数は急降下して昭和8年には指数は48となり，昭和9年には上昇して93となったが，昭和11年には更に降下して，47となっている。昭和13年（1938）では従前の水準に復し，戦時中の変調な世相の反影を除けば，その後増加傾向をつづけ，昭和26年（′51）には指数は300を越えて，大正年代の3倍に達し，その後更に徐々に上昇して，昭和32年（′57）に最高潮の指数480に達し，以後やや下降傾向を示している。これに対し，マイワシは，大正2年（′12）では指数は28に過ぎず，以後累年的に大きな変動を示しつつ上昇し，大正14年（′25）に100の水準に達し，昭和3年（′28）頃より急激な上昇傾向を示し，昭和8年（′33）〜昭和11年（′36）間は頂上域を保っているが，その翌年より急降下し始めている。このマイワシの上昇期は，カタクチイワシの急降下期に当り，マイワシの頂点域と，カタクチイワシの谷間とが対照的に存在し，逆に，マイワシの降下期とカタクチイワシの上昇期とが相対し，昭和26年（′51）以降は，カタクチイワシの連峰とマイワシでの底部とが相対し，完全な相反性を示している。（Fig. 1，参照）

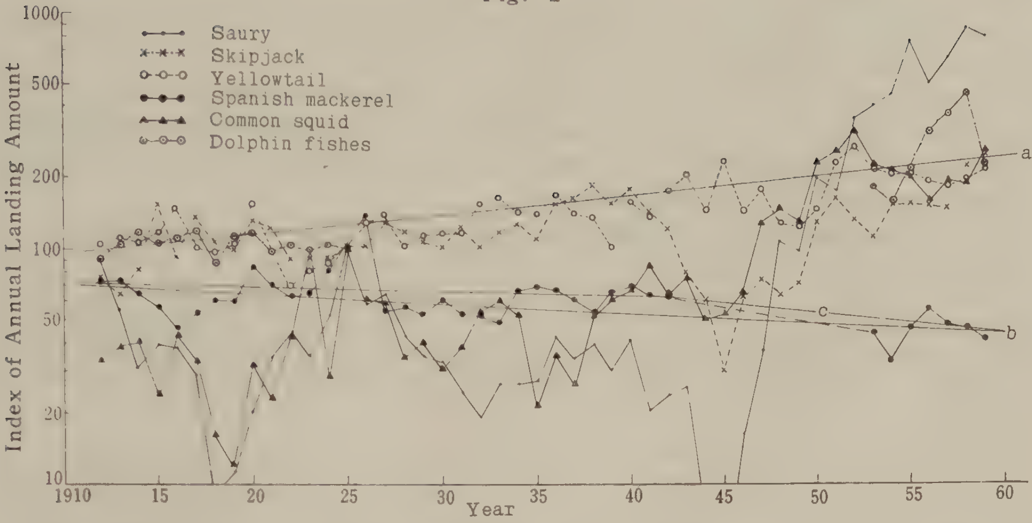
マグロ（クロマグロ），は統計資料が昭和2年（′27）から整っているので，昭和2年を 100 とした，マグロは，マイワシ増減周期よりややおくれた増減週期を示しながら，昭和17年まで増加しているが，昭和18年頃より急激に減少し，昭和20年（1945）を谷として，その後上昇を続け，昭和25年（′50）指数500となって最大記録を示しているが，その後2ケ年激少し，昭和27年を谷として，又，上昇し昭和30年（′55）には指数370，昭和34年（′59）では指数400となり，大きな年変動を伴いつつ上昇過程にあると思われる。（Fig. 1.）

アジ（大部分がマアジであろう）。大正2年（′12）より昭和14年（′39）までは，サバとよく似て上昇傾向を辿っている。しかし，昭和15年（′40）以降は独特の数量変動を示し，昭和27年（′52）には著しく増加して指数は1900に達した，その後，多少の年変動はあるが，昭和34年には指数 2,500 に昇り，増加率の最も大きな魚種である。アジ類の年変動の大きな原因は，ムロアジ類が日本近海に出現するのに大きな年変動があること，昭和27年以降マイワシの減少に伴って，旋網漁業がアジ類に注目するようになったこと，及び，大型旋網の出現等が考えられる。しかし，マアジの発生量そのものも大きくなっていたと考えられるが，ここらあたりが頂点ではなかろうか（Fig. 1.）。

サンマは，大正2年（′12）〜昭和22年（′47）の頃は主として刺網で漁獲したもので，その漁獲は，小中型カツオ漁船の漁閑期漁業が主なるものであった。しかし，その後集魚灯を使用する棒受に変って，漁獲量は著しく増加し，昭和30年（′55）には，大正14年（′25）の漁獲量の8倍近くなり，昭和33年（′58）には9倍に達した。昭和35年では著しく減少した模様である。サンマの漁獲量の変動は，主として海況による利用度の変化とされていた。しかるに，昭和35年の漁獲量の激減は，その理由では説明できないものがある。これについては後に記述する（Fig. 2.）。

カツオの漁獲量には，太平洋戦争期，及び，その影響を受けたと思われる期間を切り取り，昭和16年（′41）の次に昭和26年（′51）を持って来れば，比較的円滑な増加傾向がでてきて，累年増加傾向は小さく，年平均 10% づつ増加したことになる。我が国の漁船の内で最も早期に機械化されたのはカツオ漁船である。従って，ここで取扱った資料では，他の魚種程に漁船の機械化に伴う漁獲量の増加が見られないものであろうし，又，カツオが日本近海に来游する量に，大きな年変動はなく，漁船の大型化によって，出漁海域が広くなりつつあることが，漁獲量の増加に反影しているものと考えられる（Fig. 2.）。

Fig. 2



ブリの漁獲量の年変動は，太平洋沿岸と日本海沿岸とでは異った年周期性があるといわれ，3年周期，5年周期，15年周期等といろいろ計算されている。ブリの漁獲量には相当大きな地域的な年変動があることは事実であろう。しかし，全国的に見れば，比較的に小さい年変動を繰り返しつつ緩傾斜で，漁獲量の累年増加が認められる。ブリ漁業の主体は，定置網であり，その漁獲量の累年変動は，沿岸海域の海象による利用率の変化が，大きな要因といえるが，栗田は，近年漁獲量の増加は，漁獲利用率の増大によるとしている。

今Fig．2．で，ブリの累年漁獲量の増加傾向を描くと，直線a，のようになる。大正2年を基点として，漁獲量の増加傾向を辿ると，

$$y = 103e^{0.018t}$$

この式で，指数が栗田のいうように，漁獲利用率の増加傾向を示すものとすれば，現在の漁獲利用率は，大正2年（1912）頃に比して，1.45倍 程度になっていると思われる。従って漁獲強度は，50〜60％ 程度増加しているものと考えられる。ブリの漁獲量の年変動が，漁獲利用率の年変動か，又，資源量そのものの年変動によるものかは明らかではない。しかし，地方的に漁獲利用率に大きな年変動があることは一般に認められている。

サワラ，漁獲統計にでているサワラは，主として *S. niphonius* であって，*S. sinensis* が僅かに混獲されている程度と思われ，主漁場は瀬戸内海あり，太平洋中区の南部域，及び太平洋南区でも漁獲される。その累年漁獲量の状況は，Fig．2．に示すようになって，昭和17年（′42)〜27年（′52）の10年間は資料がないが，一般的な傾向としては，直線的減少を示していると考えてよく，

$$y = 72e^{-0.011t}$$

上式で，大体の累年の減少の傾向が示される。サワラは5，6月頃産卵のため，親魚は外海より瀬戸内海に洄游し，秋季に外洋に游出して，日向灘より遠州灘で摂餌しているように思われる。若令魚は主として日向灘より遠州灘に亘る海域で成長し，定置網，地曳網，旋網等で漁獲される。しかし，日向灘えの若令魚の来游は著しく減少したといわれている。

スルメイカの漁獲量には，大きな年変動があって，その変動には約10〜11年の周期があるように見受けられるが，明確な計算はできない。昭和20年（′45）までは，低い水準で大きな波動的な漁獲量の変動を見せていた。しかし，昭和21年（′46）頃より急傾斜の上昇を示し，昭和27年（1952）には，漁業史上の最大量に達し，指数として310に達し，その後減少傾向となっている。この昭和21年以降のスルメイカの漁獲量の増加は，その兆候は既に昭和18年（′43）頃に求められ，戦時中の灯火管制による火光漁業の取締りのため，

資源量に対応する漁獲量の増加が得られなかったものと考える。

シイラの漁獲量に関する統計は，大正2年～14年までの間と，昭和28年～34年（'53～'59）の6年間のみの資料が明記され，前後では漁獲量の水準が著しく大きくなっている。

以上が我が国の沿岸に洄游する主要な魚種の累年漁獲量の変化である。この問題を取り扱う場合に注意すべきことは，カツオ漁業は大正の初期頃より，漁船の機械化が進み，イワシ漁業は，昭和5年頃に機械化の一段階が終った。アジ漁業は昭和26年頃より積極化されたことなど，一応漁業そのものの動きと，資源量そのものの動向とを対比させて考えねばならない。

このような長期漁獲量の変動の内で，漁獲強度の増加により，傾向的に増加をしている魚種は，カツオ，サバ類，ブリ等であり，サバ類の漁獲増加傾向が我が国の魚類全漁獲重量の増加傾向とよくにているのは，注目すべきことである。経年的減少傾向を示しているのはサワラのみで，ごく大雑把に見れば，既に記述したようになるが，更にこれを詳細に見れば，大正2年（'12)～昭和16年（'41）の 30年間 は，漁獲量に大きな年変動はあっても，経年的な傾向的な減少は認めがたい。しかし，昭和20年以降には，傾向的な減少傾向が見られて，

$$y=70e^{-0.221t}$$

となって，大きな減少率を示している，サワラは主生殖場が内海であり，ここでの蕃殖条件が傾向的に悪化しているものと考えられる。アジ類，特に昭和27年来漁獲量が著しく増加したマアジの当才魚は，この頃より急激に資源量が増加したものか，或は，漁獲利用率が増大したものかは判明しない。しかし，マイワシの漁獲量の減少を補うような見掛上の作用は認められ，この種の漁獲量の増加も現在では既に頂点に達したものと考えられる。

我が国の漁業生産の主体をなすものは，沿岸と沖合を含めた洄游性魚族を対象とする漁業であって，昭和2年～15年間はマイワシが主体であり，昭和25年～35年間はサンマ，スルメイカ，アジ，イワシ類，サバ類が主体魚類となっている。既に述べた通り，サンマの著しい増加は，漁法の飛躍的な改造による，漁業利用率の著しい増強によるものであって，一般的な資源の動向よりは除外さるべきものと思う。そうすると，スルメイカ，アジ，イワシ類，サバ類の漁獲量の総計が昭和10年代のマイワシの漁獲量より著しく減少していることになり，現代の漁業生産基盤は著しく悪化しているものともいえよう。

1.2　魚種別主漁獲域，及び資源の内部構造

漁獲統計取り扱い上区分された海域毎に魚種別の漁獲量の百分率を，昭和28年（'53）～34年（'59）間について表示すれば Table 1 のようになる。これを更に整理すると，次のようになる。

統計海区	主要漁獲物の魚種名
北海道	サンマ，イカナゴ，スルメイカ
太平洋北区	カタクチイワシ，マイワシ，サンマ，カツオ，マグロ，マサバ，メジ（マグロ類の若令魚），イカナゴ，スルメイカ
太平洋中区	カタクチイワシ，ムロアジ，カツオ，マグロ，ビンナガ（メバチ，キハダ），マサバ，ブリ，ゴマサバ，サワラ，メジ，シラス
太平洋南区	ウルメイワシ，ソウダガツオ（マルソウダ），ムロアジ，ブリ，サワラ，カタクチシラス，シイラ
東支那海	マイワシ，ウルメイワシ，マアジ，ゴマサバ，シイラ，ブリ，メジ，ムロアジ，カタクチイワシ
日本海西区	マイワシ，ウルメイワシ，マアジ，ブリ，シイラ，マサバ
日本海北区	マイワシ，ブリ
瀬戸内海	カタクチイワシ，サワラ，イカナゴ

この表に基いて，各魚種の主要魚場の形成を生態的な面より考察すると，次のようになる。

（1） Feeding migration に関連すると思われる魚種には，マグロ，メバチ，キハダ，ビンナガ，カツオ，マルソウダ，サバ類，アジ類，ウルメイワシ等の多くの魚種があるように思える。これらの大部分は，春夏季には北上回游を行い，秋期には南下洄游に移るもののようである。この洄游の折り返し水域で，漁獲される量が多い魚種である。

ここでは，これらの魚種の洄游海域を主として，親潮前線と北赤道流との間に形成される漁場について考察する。

Table 2 Body Length Composition of Predatory Fishes

(a) *Katsuwonus pelamis*

Landed	MAKURAZAKI						KUSHIMOTO			TOSA SHIMIZU		MAKURAZAKI		
Year	1959						1959			1959		1960		
Month	1	2	3	4	5	6	3	4	5	3	5	12	1	2
F.L.cm														
34		1												
5		4	1											
6		2	1											
7		12	4	3		1								
8		2	18	3		0								
9		2	13	19	4	0								
40		0	14	61	20	6						1		
1		1	39	105	51	11				1	1	0		1
2		0	68	76	41	20				3	4	1	1	1
3		1	39	46	43	16			2	3	7	0		4
4		1	35	16	29	12		4	1	2	11	2		5
5		1	19	6	24	6		3	1	2	12	7		3
6		0	10	2	10	4		4	2	0	7	3		4
7		0	6	2	8	4	1	7	3	8	3	5		1
8		0	5	8	1	1	1	11	3	0	3	6	1	2
9		0	3	20	1	4	1	5	5	2		4		2
50		2	3	13		3	3	6	1	1		10	2	3
1		3	2	15		2	2	5		1		5	9	1
2		3	1	14		10	1	8		4		14	10	5
3		2	7	8		8	1	1		0		9	22	29
4		1	2	13		7	0	1	1	1		15	30	40
5		0	2	9		13	0					12	27	33
6		0	2	7	1	14	0					16	25	16
7		0	6	9	1	33	0					16	14	25
8		0	10	1	0	12	0					7	9	11
9	3	0	13	14	0	15	1	1				4	5	13
60	2	1	13	11	2	9		0				3	1	8
1	2	3	2	13	4	7		0				11	1	4
2	6	6	6	8	6	12		1				8	1	0
3	4	6	14	2	10	14						9		2
4	3	5	22	4	11	15						9		
5	1	10	19	1	10	10						7		
6	1	8	4	8	8	9						6		
7		2	4	4	16	15						12		
8		1	1	1	14	5						10	3	9
9			0		9	0						9	8	3
70			0		3	1						10	15	4
1			2		3							9	10	1
2			2		0							3	5	
3			1		2							1		
4		1	0									2		
5			0											
6			2											
7			0											
8			1											
9														
80														
—														
85														

カツオ，我が国の近海に出現するカツオには，顕著な2洄游群を考えることができよう，1つは，早春にスルー海域で漁獲が始まり，バシー，バリタン両海峡，台湾の東方海上を経て，先島諸島海域に出現し，沖縄列島に沿って北上し，トカラ海域に達する群であって，その一部は，トカラ海域で分派する対馬暖流の東側を北上して，長崎県五島近海に出現する，他の一部は，黒潮の西側を北上して関東，東北地方の海域に達するものであり，日向灘，足摺岬，室戸岬，潮岬等の近海で，漁獲の対象となる分派群もある。他の洄游群は，早春小笠原海域で漁獲が始まり，伊豆諸島海域を経て，夏期に東北海に出現する群であろう。この外に，川崎による沖合グループが考えられている。このような北上洄游群の内で，体長60cm以上のものの東北海域に出現することは極めて稀なようで，大部分が索餌洄游の群のように考えられる。このような経路を

(a) *K.pelamis*·········2

Landed	MAKURAZAKI			TANEGASHIMA			TOSA-SHIMIZU	MAKURAZAKI				KUSHIMOTO
Year	1960			1960			1960	1961				1961
Month	3	4	5	1	2	3	3,4	1	2	3	4	1−3
F.L. cm												
34								4				
5								6			1	
6								3			2	
7								3			7	
8								0			8	
9								1		4	20	
40								1		13	27	
1			6			2		1	1	18	33	
2		3	10			1		1	0	29	28	
3		9	24			3		1	1	12	18	2
4		12	34			1	1		3	22	43	0
5	1	13	17			1	5		6	27	50	0
6	0	5	11				3		10	40	41	0
7	2	3	9				4	1	17	37	47	2
8	5	0	8				8	0	21	27	39	3
9	2	5	8				2	2	15	49	35	7
50	3	7	8				3	15	24	44	26	2
1	11	14	15				6	12	12	24	15	1
2	6	20	16		1		1	25	14	24	7	1
3	18	23	17		0		5	21	9	14	7	
4	30	18	10	2	0	3	4	21	9	13	17	
5	30	7	12	0	1		4	11	9	15	16	
6	53	20	6	1	2	3	2	13	14	26	19	
7	50	10	7	2	1	1	1	6	7	19	24	
8	39	3	10	0		1	1	8	6	19	26	
9	21	0	5	1			1	9	0	16	39	
60	32	8	5	1			1	10	1	12	40	
1	19	18	2	0			1	15	0	4	28	
2	14	15		0				10	0	0	14	
3	13	15		0				3	3	3	10	
4	15	23		0				4		1	3	
5	9	12		1		1		2		3	1	
6	9	5		0				1		1	2	
7	4	4		2				0		3	1	
8	8	2		2				1		0		
9	3	1		2					2	1		
70	8	3		1					2	2		
1	16	11							8	0		
2	8	7							5	2		
3	1	7							17	1		
4	1								17	1		
5									9	2		
6									7			
7									2			
8									1			
9									3			
80												
…									1			
85												

(b) *Neothunnus albacora* (LOWE)·········Yellowfin tuna

Landed	MAKURAZAKI											TOTORO	KUSHIMOTO						MAKURAZAKI			
Year	'58		'59					'60				'60	'60				(TOKARA) '61		'61 (Southern Sea of Formosa)			
Month	7	12	2	3	4	5	6	2	3	4	5	4	1	2	3	4	3	4	1	2	3	4
F.L.cm.																						
35			21																			2
40			12		24	1			10	10	4										3	44
45					3	16			8	10	16							4			13	176
50		1						1	1	7							10	3			19	26
55		1						17		9							10				16	3
60		1		1	7	4		2		4							5			1	9	1
65				1	10												2			5	41	
70					21												30				124	7
75			1		15										1		69	13			74	21
80			12	2	25	1										4	61	80			40	30
85			7	1	1											0	12	155			24	23
90			11	2	8											2	1	122			7	12
95		1	3		5	1						1			1	2		35	1		3	2
100					46	3	1					0		1		2		11	2		4	8
110					6		3					1		0		1		1	12		9	4
120					6		1					3	4	1		1			5		2	
130					6							3				2					3	
140	1				1							2				2						
150					1							1										
[illegible]																						
190					1																	

(c) *Thunnus thynnus* (LINNÉ)

Ground	South-Eastern						Off KYUSHU						SATUNAN.TOKARA Area.					SOUTHERN Area of FORMOSA			
Year	1958						1959						1960	1961				1961			
Month	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	1…8	1	2	3	4	1	2	3	4
F.I.cm.																					
20-25		1											15		2	11					
30		2											25		5	16					
35			3										111	1	109	19	21			10	6
40			1	2				4	6				103	33	571	384	219	8	68	102	33
45			1		1		3	1	0				51	25	410	240	213	31	103	159	21
50			2		4		40	0	3	1			15	14	101	65	21	6	46	68	5
55	3					1	72	1	2	3	5	1	10	12	10	26	1	10	34	31	0
60						2	14	10	5	3	2		2	7	0	13	9	2	23	15	1
65									2	3				5	0	3	28	0	14	26	1
70										2				3	1	0	8	11	10	63	13
75																5	4	15	4	21	2
80																1		5	1	6	2
85											1					1		6	2	1	1
90											2							1	4		
95											1							1	2		
100																		1	3		
110																			3		
120																					
130							1				1										
140																					
150												1									

(d) *Parathunnus obesus* (LOWE)………Bigeye tuna

Landed on	KATSUURA	MAKURAZAKI	KATSUURA	Off FORMOSA
year	1959	1960	1960	1961
month	1−2	2	1−2	4
F.L.cm.				
35				1
40				13
45				168
50				128
55		11		35
60		9		4
65				
70				
75				
80				
85			1	
90			2	
100	1		0	
110	5		1	
120	2		2	
130	2		6	
140	8		12	
150	8		7	
155	11		9	
160	1		2	
165			2	
…				
180			1	

(e) *Thunnus alalunga* (BONNATERRE)………Albacore

Landed on	BALINTANG C.	SULU SEA	BASHI C.
year	1961	1961	1061
month	2	2	4
F.L.cm.			
39			1
41			6
43			16
45			31
47		3	19
49		0	11
51		2	12
53		8	19
55		5	14
57		13	3
59		4	2
61		0	2
63	1	9	1
65	0	2	
67	5	2	
69	5	2	
71	5		
73	15		
75	21		
77	3		

(f) *Auxis tapeinosoma* BLEEKER

Landed	TOTORO
Year	1958
Month	8−9
F.L.cm.	
16	5
7	3
8	7
9	13
20	10
1	5
2	3
3	1
4	
5	

Landed	TOSA-SHIMIZU							KUSHIMOTO									TANEGASHIMA			MAKURAZAKI
Year	'58	'59			'60			'58	'59			'60	'61				'59		'60	'61
Month	11	1	3	4	1	2	3	12	1	2	3	12	1	2	3	4	3−4	5−5	4	2−3
F.L.cm.																				
22	1											3								
3	1							1				1								
4	13						1	2			1									
5	39						0	6		2	4									
6	5		6				1	15		3	11	1								1
7	1	4	6		1		2	10	1	11	15	3	1							3
8		15	9		4	1	11	23	4	15	9	8	0		1	1				14
9		9	3	3	2	2	7	13	3	22	13	2	3		1	2		2		35
30		17	3	3	4	3	33	53	19	45	32	5	3	2	5	3		12		54
1		7	8	7	10	12	18	36	39	48	11	2	2		8	7		9		45
2		5	1	5	4	9	14	12	53	17	4				9	5		6		21
3		3	2	1	3	2	5	2	13	3	4				4		1	3		7
4				1	2	1	8		4						1		3	1		2
5							4										0	4		1
6																	2	4		0
7																	5	0		0
8																	3	0		3
9																	0	1		4
40																	7	4		6
1																	7	2		11
2																	7	2	2	6
3																	3	0	2	
4																	0	1	16	
5																	1	0	4	
6																	0	2	0	
7																	1		0	
8																			1	
9																			2	
50																			1	

(g) *Scomber tapeinocephalus* BLEEKER·········Jack mackerel

Landed	TOSA-SHIMIZU												MAKURAZAKI			
Year	'58			'59				'60					'60			'61
Month	8	11	12	2	3	5	6	2	3	4	10	11	1	2	3	1
F.L.cm.																
23			1	11												
24			4	10												
25			5	6												
26			13	8												
27			16	3												
28			29	5												
29			16	5												
30			6	1												
31				9			1									
32				5			3									1
33				3			5									5
34	1			6	1	1	3			2		1		9	1	4
35	1	1		32	5	1	1			1		2		5	0	6
36		4		34	5	1	10			0		4		3	0	4
37	1	3		26	7	2	6	3		0		4		3	2	6
38	1	6		37	8	4	6	13		0		3		8	0	23
39		6		32	4	4	8	11	1	2		1		1	0	10
40		5		8		4	5	6		3	1	4		6	3	4
41	1	3		5		4	8	4		4	1	1		5	1	4
42		1				1	3	5		1	1			1		
43		1		1		3	0	1			2			3		
44						1	1	1	2		1					
45				1				0	1		2					
46								0	0		0					
47								1	1		1					

北上した群は，東北海域の極前線に集積され，大きな漁獲の圧力を受ける。

極前線は，親潮前線と黒潮前線との間にできる大規模な潮目領域であるが，この海域で，カツオによるサンマの食害の事例は，ほとんど発表されていないように思われる。従って極前線は，カツオに取っては，Habitat の1つの限界であったとしても，サンマの棲息域との間には，広く，しかも海況の段階的な変化域があって，両種の接触が殆んどない海域であることが想像される。このような潮目域は，カツオとサンマとの両生態群の Ecotone とは考えられない。

カツオの漁場構成を見ると，スルー海，バシー，バリタン海域では主として暖流の左側であり，台湾近海よりトカラ列島の海域では，黒潮流の左側に形成され，東海，東北海域では，黒潮流の西側，又は，北側であるように思え，台湾近海では，東方に伸びる1つの暖流分派が考えられ，その分派と本流との間には，低温海の南西流が存在するものと考えられている。カツオは，この分岐点で，暖流の右側に移り，トカラ海域の複雑な潮目で，又，黒潮の左側に移り北上するものと考えられる。

川崎は，カツオ群の体長組成によって，海域的な幾つかのグループを考えている。

カツオの年令査定に関する相川等の報告には，多くの疑問がある。東北水研のカツオ研究グループも，相川等の報告には疑問を持ちながら，その査定に従っているように見受けられる。Table 2, a, にかかげたカツオの体長組成は，枕崎港に水揚げされた12月～5，6月までの体長組成を主とし，種子島の定置網，土佐清水近海の1本釣，及び，串本近海での曳縄の漁獲物についての資料である。

枕崎港での調査資料では，体長分布の巾に年変動が見られる。（体長組成は図示されている例が多い，しかし，図示されたものは，これを検討する場合に甚だしい不便を感ずるので，ここでは表として示した）昭和34年（1959）では，体長分布の巾は 34.0cm～79.0cm であって，Peak は 42.0cm，57～60.0cm，62～65cm，68～69cm，等に認められ，小さな Peak が 52.0cm，72～75cm，77～79cm に見られる。

昭和35年（'60）では，体長分布の巾は 40～74cm で，前年より狭く，Peak の位置の月変化が大きい。12月～2月では，44.0cm と 67～70.0cm に Peak があり，3月では 56～57.0cm の Peak が顕著になっている。4，5月では 44.0cm，53.0cm の Peak の外に，64.0cm に不明瞭な Peak がある。又，3，4月では 71.0cm に小さな Peak がある，これは，12～2月の 67～70cm の Peak と関係があろう。

昭和36年（'61）では，体長分布の巾は 34～85.0cm であって，73～74.0cm の Peak が比較的明瞭に分離できるのみである。

Predator の胃内容物として出現するカツオの幼魚の地理的，時間的出現状況，及びその体長組成よりして，カツオの発生場は，スルー海（或はもっと東方に拡がる海域）より薩南海域（或は小笠原海域も含まれる）に及ぶ広範囲で，11月頃より5月までに亘って行われるものと考えられる。しかし，体長組成の頻度分布よりして，能率的な発生時期（発生海域を含めて）は，年に2回程度と考えられ，日向灘で秋に漁獲される体長 25～30cm のカツオの存在とを考え合せ，更に椎体に見られる輪紋数よりすれば，枕崎近海に1～4月に出現する 34～38cm の群は，11月～12月に南方海域で発生した満1才魚であり，川崎に7～10月五島近海で漁獲された 34～40cm の体長群のものは，薩南海域で5月に発生した満1才魚であろう。このような見地より資料を整理すると，次のような成長が考えられる。（2，3月を基準とする）。

年令	体長（F. L）	年令	体長（F. L）
1.0	37.0cm	1.5	45.0cm
2.0	52.0cm	2.5	60.0cm
3.0	64～65.0cm	3.5	70～72cm
4.0	73～76.0cm		
5.0	85.0cm		
L.∞	140.0cm		

この主要な2つの発生群を，Sub-Population として，個別の数量変動を追及することによって，カツオの資源の研究に新しい分野がひらけると思われる。しかし，トカラ海域の発生群は，共喰い又は，キハダ

等により大きな食害を受け，発生量の年変動が大きいものと思われる。

トカラ海域には，春期より初夏に強力となった暖流と温帯水温との間に，潮目ができて強力な Ecotone を形成し，edge effect として，カツオによるサンマ親魚の捕食や，ゴマサバ稚魚えの食害が加えられる。

ここで Ecotone というのは，「生態系の占める環境の周辺領域であって，「全く性質の異った水塊が密に接触している海域のことで，この領域で行われる異った生態系の魚種間で行われる食害を，特に edge-effect と定義されている（W.Ç.Allee 等）。

キハダ，統計面では太平洋中区に最も多く水揚げされているが，その大部分は遠洋漁業による延縄の漁獲物であって，日本近海の漁獲物として取扱い得るものは，太平洋北区での旋網の漁獲物と，太平洋中南区の竿釣，曳縄の漁獲物が主なものであろう。枕崎港では，年によって多少の相違はあるが，カツオの水揚重量の 12～14%程度のキハダが水揚げされ，紀南海域でもほぼ同様な割合で，カツオ釣漁船で漁獲されているようである。

遠洋延縄で北赤道流々域で漁獲されるキハダは，体長90cm以上のものが主群で，成魚又は，成魚予備群であると思われる，枕崎港に水揚げされるキハダは，スルー海域より，薩南海域で漁獲されるものであり，3～6月が盛漁期である。日向灘では5月の小型群が竿釣で漁獲され，12月～4月に体長 90～150cm のものが延縄で漁獲される，串本近海では，主として曳縄による漁獲物で周年操業している。この種を主漁獲対象とするものは，遠洋延縄漁業のみで，カツオ漁船による漁獲は，副的なものである。従って竿釣の漁場を以てその若令魚の主生活域を判定しようとする試みには，多分の危険性はあるが，カツオの生活域と重なり易い海域であるとは考えられる。川崎は，キハダを Euryhaline で，島嶼性としているが，これは漁場の形成条件（魚群の滞留条件）であって，生活圏の本当の姿を示すものとは考えられない。又，東北海域の漁場の形成は，極前線の複雑な海況の中に迷いこんだもので，漁場としては良好であっても，キハダの生活環境としては適当であるかどうかは不明であろう。

漁獲物の体長組成は，Table 2. b. のようになる，枕崎港に水揚げされたものでは，昭和34年（'59）は，2月に F. L 35.4 cm の群と，75～95cm の群が水揚げされ，3月の漁獲尾数は少く，4月には40～45cm の群と，60～150cm の連続的な体長群の外に，190cm のものも1尾測定されている。5月では40～45cm の個体が多く，60cm，80cm，100～120cm と離散型の標本が得られている，6月には100～120cm の体長群が見られる。昭和35年（'60）では40～60cm の群のみが漁獲されている。昭和36年（'61）では，トカラ海域と台湾以南の海域とに区分して，体長組成を整理した。トカラ海域には3月以降になってキハダは出現し，4月になって漁獲量は著しく増加した。体長の分布範囲は，F. L. 50～90cm で 50cm，75cm にそれぞれ頻度分布の Peak が見られる。4月では F. L. 45～50cm の少数な群と，F. L. 70～100cm の群とが見られ，大型群の方には 80cm に Peak が見られる。

台湾以南海域では（スルー海），1月にF. L. 90～110cm の群が漁獲され，2月には F. L. 60～65cm 群が僅かに漁獲されている。3月には F. L. 40～130cm のものが連続的に出現しているが，F. L. 50cm に低い Peak，70cm に顕著な Peak が見られ，110cm に低い Peak が見られる。4月の漁獲物の体長分布の巾は，F. L. 35～110cm に亘り，F. L. 45cm に極めて顕著な Peak があって，F. L. 80cmに低い Peak がある。日向灘で昭和35年（'60）4月に延縄で漁獲されたものは，F. L. 95～150cm のものであり，串本の曳縄の漁獲物では F. L. 75～140cm のものが少数づつ漁獲されている。昭和36年5月に，日向灘で竿釣漁船でカツオと混獲されたキハダの体長組成は Table 3. にかかげたようになって F. L. 50～60cm の群であった。この群はトカラ海域を経て北上してきた群で，トカラ海域で4月に漁獲された小型群と関連があろう。

キハダの幼魚の出現期について，筆者等の調査では全く資料は得られていない。しかし鹿児島大学の調査では，1～2月頃スルー海に多くキハダの幼魚の採集されている由である。

トカラ海域を得て，我が国の太平洋岸を北上するキハダ群は，北赤道流々域の西部で，11月～1月頃発生したものの満1才以上の年令群のように考えられる。キハダの産卵期については，木川（'59）の報告がある，木川は成熟期のキハダの卵巣標本の得難いことを記載している。マイワシでも卵巣が充分に発達して，

透明卵を持った個体は，物理的な漁具である刺網以外の漁具では，漁獲することは困難である。又，木川は記述しているように，Gonad index は或る程度成長したものでは大きくなる。しかし，Gonad index が大きくなったからといって，産卵に関与するとは限らない。若令魚の Gonad index の増大は，多くの場合主産期の後に見られる現象で，川崎のマアジについての考察も同様なものであろう。

漁獲物の体長組成，並に鱗及び椎体に見られる輪紋よりして，キハダの年令査定を試みる。しかし，F. L. 130cm 以上のものの測定標本は少いので，それ以上の体長の年令の推定は，定差図による外挿法を使用すると次のようになる。

年令 (Age)	当初の体長 (F. L. cm)		年令 (Age)	当初の体長 (F. L. cm)
1	〔 54.3〕	40.0	6	165.0
2	〔 92.3〕	80.0	7	176.0
3	〔107.3〕	110.0	8	184.0
4	〔130.8〕	133.0		
5		151.0	L∞	215.0

薮田，行縄，薬科等（'60）の鱗の輪紋によって求めた体長を，定差図によって修正した値で，筆者の推定値に近いものを〔 〕内に示した。1Age で F. L. 54.3cm となっているのは，輪紋の外側を測定した数値によるものと思われ，日向灘で５月に漁獲された体長群のものがこれに相当し，成長の停滞期を経て盛んな摂餌活動を始めた頃の体長のように思える。2Age の 92.3cm も同じような理由であろう。3Age 107.3cm は逆に筆者の推定値より小さくなり，L∞＝190.1 となっている。キハダの漁獲物に見られる最大体長は，茨城県水試の報告による 205cm のように思っている。（茨城県水試報告）

このような成長度の相違は，取扱った標本の所属する Sub-Population が異っているためではなかろうか。

竿釣で漁獲されるキハダは，若令魚が大きく高令魚は少い。これに反し，遠洋延縄では高令魚が漁獲の主対象となっている。我が国の近海に来游するキハダは，若令魚の Feeding migration に属するものと考えられる。

マグロ（クロマグロ），は日本列島の周辺を季節的に北上或は南下する洄游を行っているもので，時として，北上洄游した群が夏季に極前線にそって東方に移動し，アメリカの東海岸の近くに出現したり，秋季極前線の南下にともなって豆南海域にも出現する。

幼魚は，九州，四国地方ではヨコワと呼ばれ，東北地方ではクロメジと呼ばれる。

４月〜６月，トカラ海域で本種の幼魚がカツオに捕食されていることもあり，稚魚の Net collection は比島近海や，台湾近海で行われているので，この種の棲息域はときとして相当南方にも拡大されるものと思われる。

若令魚は主として，冬より春の季節に潮岬近海，足摺岬近海，及び，南日向灘より薩南海域で曳縄による漁獲が主要なものであったが，昭和36年は台湾近海よりルソン島東方海域で，カツオ竿釣漁船によって漁獲されている。この現象は，昭和35年12月末頃より急激に強くなった寒流系水塊の南下のためであろうと考えられる。（日向灘沿岸海域は，昭和36年１月では，前月の12月に比して水温が 4°C 前後急降下して 17°C となった。），マグロの若年魚が薩南海域以南の海域で，漁獲されることは稀なようである。

漁獲物の体長組成は Table 2, c，のようになって，7，8月頃日向灘で F. L. 20〜25cm のものと F. L. 55cm のものとが出現し，小型群の経月的体長の推移は，昭和33年（'58）の資料と昭和34年（'59）の資料で理解できよう。昭和35年（'60）では夏期に F. L. 20〜25cm の小型群が，日向灘に多く出現し，調査船小鷹丸の曳縄で漁獲されている。昭和36年（'61）薩南〜トカラ海域で，2，3月に F. L. 25〜30cm のものが漁獲されている点よりして，マグロの産卵期及び，産卵海域も相当な巾を持ったものと考えられる，体長組成の Peak は F. L 40cm にあって，裾は 85cm に及んでいる。

台湾以南の海域で漁獲されたものは，F. L. 30〜110cm の間の体長のもので，顕著な Peak は F. L.

45cmにあり，不明瞭な Peak が，F. L. 70cm, 110cm にあるように思える。このような体長組成よりして，マグロの産卵期は，時空間的相当広い巾があると考えられるが，5月に発生したものを基準にすると，次のような成長が考えられる。

Age	F. L	Age	F. L
1	50.0cm	6	198.0cm
2	90.0 〃	7	215.0
3	125.0	8	229.0
4	154.0	9	241.0
5	178.0	L∞	300.0

マグロは，我が国の沿岸水域を主棲息とする魚種のように考えられ，春季太平洋沿岸，及び，日本海を北上し，日本海を北上した群は津軽海峡を経て太平洋に出現する，太平洋沿岸水域を北上した群は，夏期に金華山沖合に来游する この群の中には極前線に沿ってアメリカ近海に洄游する群もあると考えられる。秋より南下洄游にうつり，日本列島の東西両岸沿いに南下するものもあるが（主として若令魚），ときとして伊豆諸島海域より紀南海域を経て，琉球列島東側の冷水域に南下する群もあるように思われる。

本魚種は，我が国温帯海域の魚族中では，Top level predator であろうと考られる。

メバチ，この魚種は沿岸水域で漁獲されることは稀で，熊野灘の延縄で漁獲されたものと，昭和36年4月台湾近海で竿釣された漁獲物より標本が得られいる 熊野灘での漁獲物は，南下洄游中のものと思われる，この海域では極めて顕著な潮目が1～2月頃出現するようで，ここでの Ecotone の edge effect として，サワラがメバチに多く捕食され，サンマも胃の内容物としてでてくる。ハダカイワシが多く捕食されているのは，先島諸島近海のカツオに見られる「ハミ揚げ」現象によるものではなく，メバチの目の特徴，及び，胃の内容物よりして，渡辺（'58）はメバチ夜行性であり，深海性であると判定しているのは，ただしいことであろう。

東北海域では，メバチの洄游に適する水塊は，極めて浅い層に限定されている。従って，表層近くに浮上せざるを得ないものであろう。更に，カツオ竿釣によるメバチの漁獲量が甚だしく少いことよりして，カツオ・キハダ等とは，主棲息域の条件が異なるものと考えられる。

川崎がメバチの摂餌量が著しく小さいとしているのは，一般的なものではなく，筆者等の取り扱ったものでは，消化の度は著しく進んでいて，測定された重量としては小さいが，摂餌量そのものは，他のマグロ類より大きいように見える。

ビンナガは，黒潮の外側の低水温境が主棲息域で，黒潮の消長に伴いその外縁に沿って洄游しているように思われる。この洄游群の体長は，須田によると 50～120 cm の範囲で，80～100cm の群が主体となっている。この種の若令魚の生活環境は判明していない。

枕崎港には，毎年ビンナガの若令魚が，極めて小量ではあるが，水揚されているようである。昭和36年（'61）には僅かではあるが，体長が測定され，Table 2. e にかかげたようになる，2月にバリタン海峡とスルー海で漁獲され，4月にバシー海峡で漁獲された。

2月にバリタン海峡で漁獲されたものは，F. L. 63～77cm で Peak は 75cm にあり，スルー海で漁獲されたものは，F. L. 45～67cm であって，低い Peak が 55cm にある。4月，バシー海峡で漁獲されたものでは，F. L. 39～63cm のもので顕著な Peak が 45cm にあり，やや不明瞭な Peak が53cm にある。これらを整理すると，Peak の位置は，F. L. 45cm, 53～55cm, 63～67cm, 75cm となる。これに須田の調査資料を加えると，北上群の 85.1cm, 92.0cm，南下群の 100.3cm, 111.2cm となり，北上群の F. L. 92.0cm の群と南下群の 100.3 群とは，同一の年令群とすれば，年令群としては南下群の 111.2cm に平均 F. L. を持つ群を加えて，7つの年令群があることになり，各年令群の体長の差は約10cm ということになる。須田のこのような考え方には疑問があり，年令に関するこのような考え方より出発した体長組成の隔年期性も疑わしいものがある。

ビンナガには，少なくとも発生期の3ケ月位異なる2つの発生群を想定し，その両群の各年令群の体長

は，2～4月を基として次のように考えることができる。

Group A.		Group B.	
Age	F. L.	Age	F. L.
x+1	55.0cm	y+1	45.0cm
x+2	74.0	y+2	66.0
x+3	92.0	y+3	84.0
x+4	106.0	y+4	99.0
x+5	117.0	y+5	112.0
L∞	170.0		

この内Group A. の方が卓越性を持っている事が多いと考えてよくはないか，ここでx，及び，yは発生期が不明なためであるが，x，y とも負ではあるまい。

マルソウダは，日向灘，土佐湾で5～7月頃産卵する群のあることは知られている。従って，これらの海域までの間には産卵洄游の群もあると思われるが，潮岬以北では産卵することは稀で，主として索餌のための洄游であろうと考える。この種の成長については，堀田（'55）によって考察されている。

マルソウダの発生域は，フイリッピン水域より土佐湾に及び，期間は12月頃より7月に亘る長い期間であるが，日向灘，土佐湾での産卵は，補給源としては大きな意義はなかろう。主発生期，並びに主発生場は種子島以南の海域で，1～4月の間であろう。

マルソウダの漁獲物の体長組成は Table. 2. f. のようになる。土々呂での標本は，小形のものを選択的に測定したもので，8～9月に F. L. 16～23cm のものが出現することを示したに過ぎない。土佐清水では，商業的な漁獲物より Random Sampling したもので，1958年11月に採集された標本は，土々呂の8～9月の漁獲物に連らなる体長群であるが，'59年1月のものは南下群であり，3，4月のものは別系統の北上群であろう。'60年では，1，2月のものは南下群で，3月のものは北上群と考えられる。いづれの群でも，F. L 30～31cm の群が卓越している。串本の曳縄による漁獲物でも，12月～2月のものは南下群であり，3月以降の群は北上群であり，カツオよりやや早期に北上し，おくれて南下する。12月漁獲されるものには，小型群が含まれているが，体長組成の mode は 30～32cm にある。種子島の定置網では F. L. 29～50cm の大型群が多く漁獲される。体長頻度分布の Peak は明瞭ではないが，30cm と 40～44cm とにあるように思える，枕崎のカツオ1本釣漁船の漁獲物では，F. L. 30cm と41cm に顕著な Peak が見られる，この資料で年令を推定すると，満1才で F. L. 30cm，2才で 41cm，3才で 49cm，L∞100cm となるような生長を行なうものと考えられる。堀田は，高令に関しては発生期の異なる群をそれぞれ年令群としているように思われる。

サバ類，ゴマサバとマサバがあって，ゴマサバの主なる生活領域は，太平洋沿岸では三重県以南，日本海では兵庫県以南の海域で，台湾近海までの海域のようであるが，大発生をした年には，当才魚の北上域は，太平洋岸では福島県の沿岸，日本海では京都府の沿岸に達することがある。1才以上の洄游範囲は狭く，四国近海に残留する群が認められるのみで，ほとんどは東支那海域に南下し，狭い海域で季節的な移動を行なっているものと考えられる。

Table 2. g. は，土佐清水近海で漁獲されたゴマサバ，及び，東支那海の漁獲物で，枕崎に水揚されたものの体長組成を示したもので，土佐清水近海では，F. L. 47cm の高令なゴマサバも漁獲される。この資料に基いて，さきに発表した年令と体長との関係を補足すると次のようになる。

Age	1	2	3	4	5	L∞
Scaled length	25.9 cm	33.3	39.5	44.0	48.0	62.0

更にゴマサバの Population 構造を調べる，ゴマサバとマサバの計数的特徴の相違は，last Dorsal fin の Interneutral spine の数である。もし両種が同一の Origin より出発して，それぞれ特有の進化を辿

ったとすれば，ゴマサバでは Interneutral spine の数の増加傾向を辿り，マサバは逆の進化の傾向が見られることになると思われる。

長崎，鹿児島両県が対島暖流域の調査の一環として，ゴマサバの Interneutral spine 数を記録している。筆者等も日向灘で漁獲されたゴマサバによって同様な計数を行った。その結果日向灘で漁獲されたゴマサバでの平均値は 18.97 で小さい これを太平洋南区の Model type とし，東支那海で特に大きな計数を持つ群を抜き出して，東支那海での Model type とすれば，両者の間に明らかな差異があり，この両者の中間にあるものは，両系統の混合群であるとし，その混合の割合を，WIDRIG and TAFT の方法で計算したのが Table 4，である。'54年級魚，'55年級魚とも太平洋系群の方が卓越し，近年はますます南太平洋系群が卓越性が強くなったといわれる。この系群の発生域は，先島群島域よりトカラ海域であろうと考えられる。

マサバの発生海域に関する研究は，充分に進められていないように思える。太平洋南区には，時期的にゴマサバと交代してマサバが出現し，産卵期はゴマサバよりややおくれるようであるが，この海域が主産卵場とは考えられない。

アジ類，これには，マアジ，マルアジ，オアカムロ，ムロアジ，モロ，クサヤモロ等が含まれている。ムロアジ属のものには，南西諸島群と伊豆諸島群とがあるように思えるが，研究は行きとどいてはいない。

マアジの主産卵海域は，トカラ列島の西方海域ではないかと考えられている。しかし，正確には判明していない。この研究で昭和35年（'60）4月に，種子島東岸の定置網に漁獲されたマルソウダが，多数のマアジ幼魚を捕食していた点より，種子島に近い海域に，主要な産卵場があるらしく考えられる。日向灘でもマアジの産卵は見られる。

マアジの当才魚は，相当広範囲に洄游し，太平洋岸では関東地方まで，日本海では京都府近海まで，大量洄游すると思われ，年によって太平洋沿岸に卓越洄游したり，日本海に卓越洄游したりする。これは，主発生海域での暖流の卓越方向に支配されているものと考える。脇谷によれば，日本産のマアジ属には，3種があるとされている。筆者は太平洋沿岸は串本以南の海域，日本海側は新潟，下関，長崎の水揚物より標本の送付を受けて，脇谷の基準によって検討を行った。しかし，種を判定するに役立つ資料は得られなかった，その後の調査によって Dorsal fin，及び Anal fin の最終の fin ray は，1本の fin ray で成り立っているのは，幼魚のみであって，成長に伴って fin ray bundle となるもので，その fin ray の増加傾向に少くとも2つの型があるらしいと思われる。

F. L. of Sample	Ray nos. of last dorsal fin-ray bundle	
	Hyūganada	Yellow sea, Japan sea
9.3cm	4.1	1.1
13.3	5.4	2.1
18.3	7.9	3.3
29.7	—	8.4
31.5	10.1	—
33.5	—	9.3

以上のようになって，日本海より黄海方面と，太平洋沿岸とには背鰭の最終 fin-ray bundle 数の成長に伴う増加傾向の異なる群を見ることができる。これについては，更に研究を進める必要があろう。

マアジの年令と成長度について，いろいろ検討してきたが，日向灘では若令魚のみが多く，今まで年令に関する充分な考察はできなかったが，枕崎港で標本が得られるようになって，高令魚の輪紋の観察が可能になり，年令査定についても一応完了することができた。標本は主として1～3月の遠洋旋網漁業の漁獲物より取ったもので，漁場は主としてトカラ列島の西方海域である。マアジの発生の盛期は2～3月と思われ，ここにかかげた年令に対する体長は，各年令に達した当初の体長である。

Age	1	2	3	4	5
F. L	90～123 mm	172～197 mm	234～260 mm	280～311 mm	326～338 mm

ウルメイワシの主棲息域は，太平洋南区より東支那海区の九州近海で，産卵は主としてこの海域で行われるが，索餌洄游時に北上する。その北上群が日本海で多量に漁獲されるものと考えられる。

スルメイカは大部分が1ケ年で life span を終えるもののようで，産卵洄游の南限は，日本海系のもので

Table 3 Body Length composition of Predator Landed on TOTORO 1961.

Name of Fish.	Skipjack		Bluefin tuna		Dolphin fish			Yellowfin
Month	4	5	4	5	4	5	6	5
F.L. cm.								
38	6							
9	8							
40	7		1					
1	4		2					
2	2	1	0	3				
3	3	2	2	5				
4	0	1	1	16				
5	1	0		2				
6	2	3		2				
7	0	2		1				
8	0	1			2			
9	1	5			1			2
50		0			0	1		4
1		1			1	1		1
2					1	0		3
3						4		2
4						1		4
5						1		4
6						2		
7						0		
8						1		
9	1					5		
60						2	4	
1						4	3	
2						0	5	
3						2	3	
4						3	7	
5						2	1	
6						1	0	
7						1	0	
8						2	1	
9						4	0	
70						1	0	
1						1	0	
2						1	0	
3						2	0	
4						0	0	
5						2	0	
6						1	0	
7							0	
8							0	
9							0	
80							1	
1							0	
2							0	
3							0	
4							1	
5							1	
6								
7								
…								
96						1		

は薩南海域であり，太平洋系では潮岬海域までのように思える．夏期の索餌洄游は北海道，或はそれ以北の海域に及ぶものと思われる。夏，秋季，東北海域に出現する Ecotone で，マグロ類と生活環境が密接して，大きな Edge effect を受け，冬，春季には潮岬近海や薩南海域の Ecotone で，幼体が受けるマグロ，カツオによる食害は大きいものと考えられる。

シイラ，日向灘に春季より初夏に出現するものは，高令魚であって，明らかに産卵群であり，秋に出現するものは当才魚で索餌群と考えられる．夏期には青森県に出現することもあるが，主洄游域は，潮岬近海以南の太平洋域と，鳥取県以南の日本海，東支那海域のように思われる。

（2） Spawning migration

索餌洄游期に目立った漁獲がなく産卵洄游期に大きく漁獲されるものに，マイワシ，ブリ，サワラ等があげられ，広い意味では，サンマもこの範疇に入られる。

マイワシの主漁獲域は，昭和20年('45)〜28年('53)までは，東支那海であったが，以後累年日本海西区に移行した。しかし，昭和35年('60)には，太平洋中区の漁獲量が著しく増加した。マイワシの Population は，これを機に急激に過程に移るのではなかろうか。

マイワシは，当才魚の初期に，旋網類で大きな漁獲の対象となっている。

ブリの産卵が確認されたのは，内田，道津，水戸等による男女群島近海であるが，産卵域はそれより更に南下海域に拡りを持っているのではないかと考えられる。初夏に流れ藻に集まった多くの稚魚が，日向灘，土佐湾，紀州近海で見られ，養殖用の種苗として採捕される。しかし，この海域では，若令魚が商業的に捕獲されることは少い。若令魚が，豊後水道，紀伊水道に残留している群も知られてはいるが，大部分は北上洄游を行い，日本列島の北部海域で索餌，成長を行い，3才魚に達する頃より南下し産卵場に向うものと思われる。この群が定置網で漁獲される，このような南下洄游の途次，定置網に入網するような沿岸洄游の起因はいろいろと考えられているが，ここでは省略する。

サワラの主産卵場は瀬戸内海であって，初夏の候より，卵巣卵の発達した親魚が日向灘，熊野灘方面より，瀬戸内海に向って洄游し，秋終に産卵後の親魚，並に，若令魚が外海域の定置網や旋網で漁獲され，昭和12年〜16年頃は，日向灘での動力地曳網で多量漁獲されたが，近年は全く漁獲されていない。

サワラの若令魚行動に，豊後水道を経て日向灘に向う群と，紀伊水道より熊野灘に向う群とがあると仮定して，豊後水道よりの流出が強い年は，日向灘に，紀伊水道よりの流出が強い年は熊野灘に，それぞれ方向を並べて幼魚が流出するのではなかろうか。

この魚種は，明らかに瀬戸内海に生活の重点を持つ魚種と思える。

サンマは産卵洄游の途次，三陸沿岸に出来る強力な潮目によって，南下が遮断される海域で，大きな漁獲の圧力を受ける。その魚群の中で，F．L．30cm を越える大型群は，比較的早期に漁場を離脱して，南下し，11月頃には薩南，トカラ海域に達し産卵を始める。F．L．30cm 以下の小型群は，おくれて南下し，南下の終点は紀州沖であったり，土佐湾であったり，時にはトカラ海域におくれて出現することもある。しかし，昭和35年（'60）より36年（'61）では全く変調で，トカラ薩南海域で捕食されているサンマは著しい小型のものであった，これに反し，F．L．34cm に達する大型のサンマが，4月に徳島県沿岸で多量漁獲され，北部宇和海の定置網に入網している。

サンマが薩南海域やトカラ海域，及び，熊野灘でカツオ，マグロ，メバチ等に捕食されていることよりして，これらの海域に Ecotone の存在が認められる。

カタクチイワシは，歴史的には瀬戸内海を主棲息区域とし，日向灘を主産卵場とした魚種であったように思えるが，近年では太平洋中区を主漁場とし，日本列島周辺の全海域に分布している。これは，マイワシの減退によるカタクチイワシの生活域の拡大と思われるが，既に拡大の頂点を過ぎたもののように思われる。

1．3　魚類の群聚体の分類

生態学的に Community というのは，いろいろな段階で定義できるが，ここでは「Major Community

とは，同一居住区域に共存する，或る生存水準に達した自然生物の集合体であって，他の同一階級の Community とは，比較的に独立的であり，しかも，居住区域に与えられる太陽エネルギーによって Self-sustaining である。」従って，Community の構成点は，それぞれ或る生存水準に達して，Autogenetic でなければならない。又，Community が Self-sustaining であるためには，生産者→第一次消費者→高次消費者→分解者まで含まれることになる。しかし，漁業生物の研究で Community というのは，基礎生産者，及び，分解者は habitat の条件と見做し，消費者段階での魚類（水族）の群聚体ということになる。これを "Fish Community" と定義する。一般に，Community は，生態的組織体の中で，自然の最小の単位として，研究の対象として取り上げられねばならない。

更に Community 内には，Food Feeder 関係による部分集合が出来上る。これを Sub-Community と定義する。

以上の定義と，これまでの研究で得られた知見で，日本近海の魚類の Community を分類すれば，次のようになる。

（1），Sub-Frigid Community
- a_1)，Saury Sub-Community
- b_1)，Herring Sub-Community
- c_1)，……………………………
- ⋮　　　⋮

（2），Temperate Community
- a_2)，Northern Sub-Community
- b_2)，Inland Sea Sub-Community
- c_2)，Southern Sub-Community

（3），Sub-Tropical Community

（4），Tropical Community
- a_3)，Skipjack Sub-Community
- b_3)，Yellowfin Sub-Community
- c_3)，Bigeye Sub-community

（1）の亜寒帯の Community がどのような生態のものかは，筆者にはよく理解できない。（3）の亜熱帯の Community は，日本近海でいえば，黒潮暖流の内側にある低温高鹹な水塊を主生活圏とするもので，ビンナガの主生活域として特徴づけられているものであろう。

（4）の Tropioal Community は，暖流域に接近して生活する魚類で，Top-level Predator は，カジキ類であって，この Community の内部の構造は，カジキ類の分布状況によって分類した方が適切ではないかと思われるが，カジキ類の生活域については，明確な判定を下す資料はない。カツオとキハダの主生活域を区劃している海洋条件も明確に把握できない。メバチとキハダの生活域の相違は，川崎によると，メバチは Stenohaline，太平洋性であり，キハダは euryhaline，島嶼性であるとしている。渡辺は，キハダとメバチの生活圏は重さなるが，メバチは夜行性が強く，棲息水層が昼間はキハダよりも深いとしている，枕崎港を根拠地とする竿釣漁船で，メバチが漁獲されることは稀である点よりして，メバチが表層を洄游することは極めて稀な現象であり，時として，「流れもの」についていることが見られる程度であろう。従ってキハダとメバチの生活領域は，水深による未知な Bordery Conditions のように思える。

以上（1），（3），及び（4）Community については，不明な点が多く，今後の研究の進歩にまつものが多い。ここでは主として，（2）の Temperate Community について考察を進める。

Temperate Community

		Sub-Community	Predators	Prey
Top-level Predator	Bluefin Tuna	Northern Sub-Community	Yellowtail Common squid	Common Squid Mackerel Sardine
		Inland Sea Sub-Community	Spanish mackerel	Anchovy Sand lance
		Southern Sub-Community	Dolphin fish	Spotted mackerel Jack mackerel Scads. Round herring

以上は，主なる生活域に従って分類したものであるが，サンマの産卵域は，冬季水温 20°C 以下の潮岬近海より，トカラ海域まで南下する。ブリの産卵海域は，薩南海域より男女群島に亘る海域と考えられる，このように，産卵期には，成育期間には突破できないような Ecotone を，容易に乗り越えて，成育水域と性質の異なる海況域に洄游する魚種があり，マグロ類にはその例が多いように思える。

スルメイカは，Predator として，イワシ，サバ類に大きな食害を与えるとともに，Prey として三陸沖合にできる Ecotone で，マグロ，キハダ，メバチ等によって捕食され，又，ブリの主要な天然餌料となる。

このように分類された Sub-Community 生活領域は，海況によって拡大，或は縮少され，昭和27年 ('52) 以降は，Northern Sub-Community は著しく北方に偏在し，Southern Sub-Community は生活領域を拡大したように思われたが，昭和35年（'60）の12月以降は，Northern Sub-Community の生活域拡大のきざしが見られ始めたように思える。

これまでに記述したのは，成体魚の魚種間の相互関係であった，以降は，幼稚魚の相互関係を考察しよう。

2． 食害についての考察

LEOPOLD (1933) は或る与えられた生活域で，Predator の食害による，Prey 種の死亡率の変化に関する5ケ条件を記載している。即ち，

（1），餌生物の群密度の大小，

（2），Predator の群密度の大小，

（3），天然餌に対する Predator の嗜好，

（4），餌生物の物理的条件と遁走力

（5），Predator に対する緩衝作用する生物，又は，代替餌料が豊富な場合，

（1）及び（2）は，Predator と Prey の遭遇密度に関係するもので，Density of encounter と考えてよく，次のような式が考えられる。

$$Prs = \frac{1}{Ars} Nr,\ Ns,\ Rrs,$$

Prs……餌料種 Nr の捕食される尾数

Ars……Predator と Prey の遭遇する海域の広さ。

Ns ……Predator の個体数 ｝遭遇海域での，

Nr ……Prey の個体数 ｝遭遇海域での，

Rrs……捕食係数

これに対し，V. E. BROCK and. R. H. RIFFE-NBUGH 等は，群を作らない Predator の襲撃に対し

では，集群の大きい Prey 程，食害を受ける率が小さくなることを数学的に考察を進めている。ハダカイワシやカタクチイワシが，カツオやサメ類におそわれて，球形の 濃 密 な 群となっているのはよく見受けられる。これは，Prey そのものの防禦隊形とは思われるが，一般に遭遇密度の大きい程食害は量的に大きいと思える。

（3）天然餌に対する Predator の嗜好性があるかどうかは，すこぶる疑問がある。この問題に関しては，二つの考え方がある。一つは，林，山口（′60）等の Size-Preference の問題であって，林等の導いた数式は甚だしく難解で理解に苦しむ。餌生物の大きさに対する選択性があることを強調しているものと思われるが，これは，天然餌の自然界での分布密度を示しているだけで，餌生物をカタクチイワシに取れば，マエソ，トカゲエソ，ハモ等の主棲息場に出現する餌生物の体長には，明らかに限界がある。これに対し，マエソ，トカゲエソの体長の上限は，ハモに比して小さい，このような相対的な棲息密度を持つものに対し，これを Size-Preference 上限という物差を作って，法則性を捉えようとするのは，全く nonsence と言えよう。又，カツオ釣漁船がカツオの餌付の良否について，天然餌料がアイノコイワシの時は，釣餌，撒餌のカタクチイワシに対し，餌付きがよいといっている。これは，Size-Preference によるものが，餌生物に対する運動感の作用であるかという問題が提起される。筆者は運動感が食慾を刺戟するという考え方を取る。又，ハダカイワシを「ハミ揚げて」いるカツオは，カタクチイワシに対して食慾を持たないといわれている。これはカツオ自身の努力によって，ハダカイワシの濃厚な集団を作ったもので，これに対する攻撃に専念中のカツオが，まばらに与えられるカタクチイワシに注意力を転向させることはまづないといってよかろう。

第二の場合は，シイラによるハリセンボンの捕食であろう，ハリセンボンを捕食しているのは，シイラに限られているようである。シイラが嗜好的にハリセンボンを捕食するものであるか，或は，ハリセンボンと遭遇する魚種の内で，これを捕食し得る能力を持つものはシイラのみであろうか。

（4）餌生物の物理的条件と遁走力

筆者は，Predator の Size Preference の上限の存在を否定しょうとするものではない，しかし，Predator が常に Size Preference 上限を発揮しょうと努力する，という考え方には明らかに反対である。あくまでも，Encounter の Chance の方に重点を置いて，摂餌状況を判断する立場にある，しかし，捕食関係で Prey と Predator の物理的な関係には無関心ではない。静的に考えた場合，餌生物の体形に関する問題で，Prey と Predator の体長関係では，Prey の体長×肥満度，即ち，餌生物の容積によって Predation が規制されることは，詳しく説明した通りである。餌料種の游泳力が捕食状況に関係するというようなことは，洄游魚間では認めがたい。

（5）代替餌料の問題であるが，おそらく自然界では Predator は特定の餌生物のみを追及することはなく，遭遇率の大きい運動性のあるものを自由に捕食しているものと考える。

このような Leopold の list は，次のように要約できる。

(a) Predator の size Preference の上限以内で，Predator が遭遇する prey の棲息密度によって，Predation は規制される。

2.1 Cannibalism

共喰いについては，中井によって串木野近海で，マイワシの egg eating が報告されている。日向灘でカタクチイワシの産卵密度は，非常に大きいが，カタクチイワシの egg eating はあまり見掛けられない。これは卵そのものに運動力がないため，食慾を刺戟することが少いためであって，マイワシの親魚のように植物 Plankton の捕食するような運動感の 敏 感 で ない魚種では，egg eating が行われるものと思われる。

カツオ，ゴマサバ，マサバ，ヤマトカマスでは Cannibalism が多く観察され，カツオでは成魚による幼魚の捕食が多く観察される。特にトカラ海域での捕食密度が大きいのは，一つの潮目現象であって，一種の edge effect と考えてよかろう。

ゴマサバ，マサバ，ヤマトカマス等の共喰いは，成育海域での未成魚間の Cannibalism であって，早期発生の幼魚がおくれて発生したものを捕食する現象が見られる。

トカラ海域では，カツオの成魚が捕食しているマルソウダの幼魚の胃内容物として，カツオの稚魚が見られることがあって，この海域でカツオ類の生態の複雑さがうかがわれる。

2.2 Interspecies Predation

魚種間の捕食関係は，成魚に加えられたものと，幼稚魚時代に加えられるものとは，その意が大いに異なるとされている。又，魚類には "Territory" といったような住居によって自己保存度を維持しょうとする習性は，ほとんどないといってよい。

2.21 Predation upon the adult Population

成長魚に加えられる Predation で，最も大きいと考えられるものの一つは，漁獲であろう。これを Human Predation と定義しよう，Human Predation の強さに関する研究が，漁業生物学の主要な部分を占め，いろいろな数学的 Model が展開されていることは，緒文で述べた通りで，ここでは省略する。

Human Predation の外に魚種間の捕食，鳥類，獣類による捕食があり，中でも魚食性魚類による捕食が最も大きいものと考えられる。しかし，これらは一般に餌魚種の側に立っては，Natural mortality として理解され，魚類の社会では1種の作り換え（Transformation）と考えられる。この Transformation には，人類が魚類を利用するという立場よりして，有利になる場合と，不利な場合とがあり，不利に導びくものを天敵と考えている。

この魚種間の競合については VOLTERRA の理論展開があり，同一 Tropho-level 間，及び Predation に関する考察が進められていることは，緒論で紹介した通りである。

一般に産卵期に加えられる Predation について，人々の関心が強い。魚類では，ニシン，及び刺網で漁獲されるマイワシは，産卵洄游の親魚に加えられる Predation である。これらに対し，ERRINGTON (1931)，CARTWRIGHT (1944) は，Predator の食害と Prey の蕃殖率との間では食害は絶滅種を作る程まで激烈ではない，としている。ニシン，マイワシの最近の減少傾向は，産卵親魚の漁獲によるものではないと理解されている。

2.22 Predation upon the immature stage

FOERTER と RICKER(1941)は，Cultus Lake で sockege salmon の幼魚の外敵である。squawfish, trout, char, coho salmon 等を駆除することによって，sockege salmon の幼魚の生残率が著しくよくなったことを報告している。

STODDARD (1932) は幼体に加えられる食害は，時としてはその種の生残水準に大きな影響を与えることがあるとし，"Principle of General ecological moment" を称えている。

筆者は，ゴマサバの年補給量の大きな年変動及び，近年の補給量の減少は，琉球ートカラ海域で，カツオによるゴマサバの幼魚の食害が，大きな要因ではないかと考え，カツオの体長組成に大きな年変動が見られるのは，トカラ海域の Ecotone での共喰いが，この海域でカツオの年補給量に大きな影響を及ぼしているのではないかと考え，スルメイカの年補充量の大きな変動は，薩南海域及び，紀南海域でマグロによる食害の影響だと考えている。

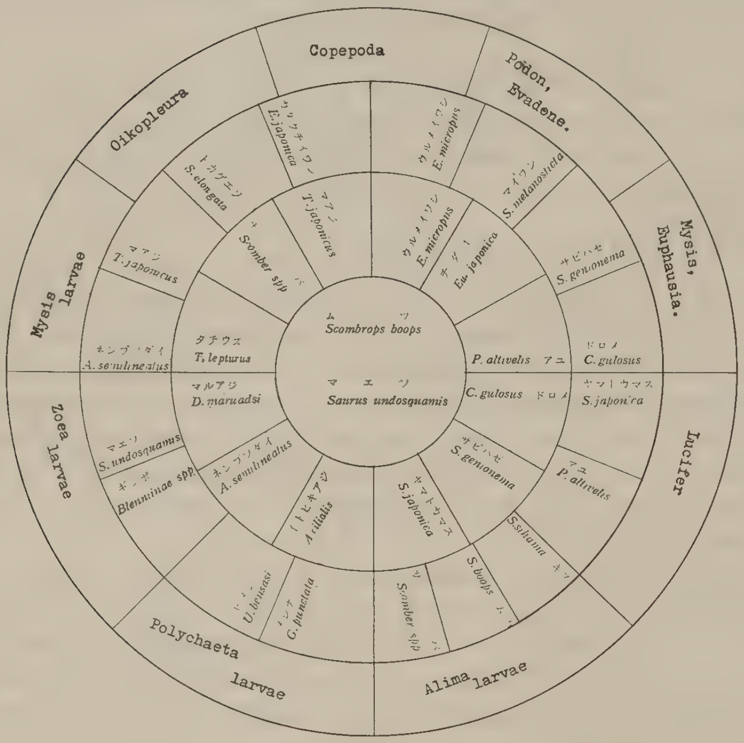
沿岸海域での幼魚間の捕食関係は，ELTON による Food chain で表現できるような簡単なものでなく，ALLE 等の提唱に基く Food web を作っているもののように思える。

延岡市沿岸で，春後より初夏に作られる。Food web の1例は Fig. 3 のようになる。

この海域での Basal Food は Zooplankton であって，幼稚魚が Phytoplankton を摂餌していたのは，全長 30mm を越えたマイワシとカタクチイワシのみであった。

Basal Food としては，Copepoda，Podon，Evadone，Mysis，Euphausia，Mysis 型の幼体，

Fig. 3 Food wed in the Nursery Area



Alima 型幼体，Zoea 型幼体，及び，Lucifer 等の小型甲殻類を主として，Polychaeta の幼体や，Oikopleura 等であり，第一次の餌魚種としては，カタクチイワシ，ウルメ，マイワシ，サビハゼ，ドロメ，ヤマトカマス，アユ，キス，ムツ，サバ類，メジナ，ヒメジ，ギンポ，マエソ，ネンブツダイ，マアジ，トカゲエソ等であり，第二次の餌魚種であると同時に，第一次魚食魚としては，サバ類，マアジ，ウルメ，チダイ，アユ，ドロメ，サビハゼ，ヤマトカマス，イトヒキアジ，ネンブツダイ，マルアジ，タチウオ等があって，共喰いが目立つのは，ヤマトカマスであり，イトヒキアジは特異な魚を捕食していることがある。

この海域での高次捕食者は，ムツとマエソであり，最も多く捕食される魚種は，カタクチイワシ，ウルメイワシ，マイワシ，ドロメ，サビハゼ等で，ドロメ，サビハゼ等は捕食されるために発生したもののような感がある。

ここで注意すべきことは，ムツやマエソの生活域は底層であり，ムツの如きは深海を主棲息場とする魚種が，幼魚期にはイワシ類，サバ類，アジ類のような表層洄游魚と成育海域が重なり，大きな食害を加えることであり，成体としては全く生活環境の異なる魚種が，幼魚期の成育場では共存し，互に捕食しあう状態にある。このような状態は生態学的な位置の定まらない以前の捕食関係であって，他方 Net collection による標本では，魚類を捕食しているものは極めて少い。

この研究全体を通じて考えると，海水中には後期稚魚の餌料は豊富にあって，餌不足による稚魚の多量死亡は考えられない。しかし，成育海域での Cannibalism 及び，Food Complex による幼魚の損耗は甚だしく大きく，Recruitment の発現量はこの時期に定まるものと思われる。

幼魚の成育場としては，以上記したような沿岸海域の外に，流れ藻を成育場とするブリ，カンパチ等があ

り，これらについての Cannibalism の存在については更に観察がつづけられている。サンマ，カツオ等では，特定の成育場と思われるようなものは発見されていない。

以上のような成育場での食害を，成育域効果（Effect of Nursery area）と呼ぶことにする。

文　献

（1） ALEE W. C., PARK O., PARK T., EMERSON A.E., SCHMIDT. K.P., Principles of Animal Ecology.

6. SUMMARY

The studies of fisheries biology which began towards the end of the 19th. century were concerned with two main problems, the first concerning population dynamics and the other concerning annual fluctuations in size of recuitment. The studies on population dynamics have come to almost the last stage in the formation of the Eumetric Yield Models by BEVERTON and HOLT(1957), and TANAKA (1960), but these studies neglected the aunual variations in size of recruitment.

Concerning the annual fluctuations of recruitment size, the California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations group proposed two arguments; that there is or is not a relation of spawning stock size to recruitment size, but there is no evidence to help either. On the other hand there is most famous hypothesis concerning the existence of a "critical period" stated by HJORT (1914), which says that larval fish die in great proportion from hunger, by not succeeding in finding the very special food they need in the early post-larval stage.

The above mentioned studies dealt with monospecific population aspects each population living independent of other, but in the microcosm of the sea there are many species living together in the many complex relations of food and feeders or competition within habitats.

The present paper deals with food supplies of post larval fish and the competition among juvenile and adult fish through the observation of stomach contents.

The paper consists of four sections namely. 1. Distribution concentration of food organisms in the sea and feeding habit of post larvae; 2. On the feeding habits of juvenile fish; 3. On the stomach contents of predatory fish and 4. The general considerations of fish community based on the above mentioned observations, and a theoretical extension of fisheries biological studies to community studies are attempted. The results of the studies are summarized as follows;-

Section 1.

1. Local and seasonal abundance of nauplii and copepod larvae in the sea. In this problem 266 and 400 1 litre of sea water samples were collected from the surface layer of the sea in 1959 and 1960 respectively at the same stations at weekly, monthly and quarterly interval along the oceanographical observation in the area of lines HYUGA-NADA and ASHIZURI-MISAKI SSE 100 miles line.

2. Seasonal variations in abundance of nauplii. Numbers of nauplii larvae in the sea water gradually increased from last winter and reached a maximum at the end of May, then rapidly decreased to August or September, and increased again to November. In general it could be said that, the variation in seasonal abundance of nauplii larvae agrees with that of the larval fish of the commercially important species such as Sardines and Mackerels in the coastal waters.

3. Local distribution of nauplii. Generally speaking, the nauplii larvae is abundant in the coastal sea area but poor in the KUROSHIO. In the sea area SSE off Cape ASHIZURI the KUROSHIO stream meanders in a complicated way and the patches containing rich nauplii and Sardine eggs are distributed discontinuously in two areas at about 50

miles and 70 miles offshore.

4. The concentration of nauplii larvae in natural sea water is 10 to 1000 times that of fish larvae, and it is unreasonable to imagine that heavy mortality of fish larva is caused by lack of food or hunger.

5. The contents of the digestive tracks of about 2,780 post larva individuals of 57 species of size ranging from 2.5mm to 10 mm in total length are examined, and it can be said that almost all samples contained food material in their stomach or intestine. But Sardine and Sardine-like post-larvae, fish with straight digestive tracks, are frequently observed to be empty. It has been shown, experimentally, that digestion in fish with straight guts is relatively rapid.

6. It is very interesting to note that there is a point of inflection in the lines indicating the upper limit of food size preference. Up to this point, the line is almost horizontal or slowly ascending, but after this point is reached the upper limit is quickly enlarged. This point of inflection exists for larvae of Percina at 3.0 to 4.0 mm total length, but for Sardine and Sardine-like white bait larvae the inflection point is at 6.0 to 7.0 mm length. The larvae at this stage (point of inflection) may said to be at a "critical period". This meaning is different from that of HJORT.

Section 2.

This Section deals with the daily growth in the young stage of some important neritic fish and aqualitative and quantitative study of their stomach contents. The materials treated here were collected from catches by boat seines and small set nets, operating in the coastal waters, and comprised 2,495 larvae of 48 species, 9,563 postlarvae of 41 species and 5,775 juveniles of 61 species. The results obtained on the basis of above studies are summarized as follows;-

1. The food ingested by the larvae and postlarvae in the waters, including the spawning ground, consisted mainly of nauplii and copepodid larvae that range from 0.13 × 0.03mm to 0.40 × 0.13 in size. No vegetable matter was observed.

2. In general, the alimentary canal is simply linear in form in such fish as clupeoids, *Saurida spp.* and *Gonorhynchus abbreviatus* which have comparatively low body depth to the body length. It is less frequent to find any food organisms in the canal of these species than in those with more complicated structure such as *Uranoscopus spp.* It may not be interpreted that former group ingests less food than the latter, but that it has a faster digestion rate.

3. As far as the larval and postlarval fish are concerned, the upper limit of size preference for food is easily determined through examination of body depth of larval fish.

4. There is much evidence to deny the existence of a "critical period" in which catastrophic mortality takes place due to shortage of food during the transition or metamorphosis phase from prelarval to postlarval stages. But it is still probable that the growth of a species might be worsened due to the relative densities of food organisms and oppression in feeding by coexistence with the larvae and postlarvae of other species.

5. In order to represent daily growth of some important fish, the following equations

are proposed.

Common name	Scientific name	Growth equation
a. Spotted mackerel	*Scomber tapeinocephalus* BLEEKER	$L=\frac{108.0\ mm}{1+8.91e^{-0.5492t}}$
b. Jack mackerel	*Trachurus japonicus* (T et S)	$L=\frac{80.0\ mm}{1+11.9e^{-0.5276t}}$
c. Round herring	*Etrumeus micropus* (T et S)	$L=\frac{140.0\ mm}{1+6.6e^{-0.3419t}}$
d. Sardine	*Sardinops melanosticta* (T et S)	$L=\frac{150.0\ mm}{1+20.31e^{-0.3722t}}$
e. Sillago	*Sillago sihama* (FORSAL)	$L=\frac{200.0\ mm}{1+21.6e^{-0.3216t}}$
f. Crimson sea bream	*Evynnis japonica* TANAKA	$L=\frac{70.0\ mm}{1+13.1e^{-0.3608t}}$

* t=10-day period number.

6. The mean daily increment in weight estimated by the above equations were remarkably large in the very early period of life but became smaller with growth. On the other hand, the index for ingestion quantity at first satiation also showed a large value but became smaller with growth. The daily food quantity ingested by each species was estimated on the basis of the frequency of satiation in a day and the index. Further, the conversion efficiency was calculated from the relation between quantity and daily increasing rate in weight. The conversion efficiency was 30.0% for the clupeoids stage and tended to decrease in accordance with the growth becoming as small as 20% in the late juvenile stage. This is a very similar value to that obtained by TAKAHASHI and HATANAKA based on rearing experiments. The efficiency was nearly the same for Jack mackerel, Sillago and Crimson sea bream. The upper limit of the index was lowered in proportion with growth. This fact was maintained by RICKER as well as HOTTA.

7. Interspecific competition in the natal ground is obscure but is noticed to be very severe in the nursery area. This competition is as follows;-

(i) Predation; It is not represented as one sided effect but takes the form of a food complex.

(ii) Feeding oppression; For instance, Round herring seem to be in a position by feeding oppression and predation to the Jack mackerel in their early period of life, but this situation becomes reversed in later life.

(iii) Cannibalism; Cannibalism usually takes place in such a way that the larger fish oppress in feeding rather than prey on the smaller fish.

8. The principle relating to the feeding habit of larvae, postlarvae and juveniles of the fish. The young fishes apparently select the food within the limit of size preference. These are called "deliberate feeders" by MORRIS. The activeness of the species represents the upper limit of size preference and the passiveness which is represented by the cube root of the fatness are characterized by the shape of its body.

The following principles were obtained;-

(i) If the body length of predator is definite, the number of the preys ingested are proportional to the cube of the length.

(ii) In regard to the prey of different species, they are equivalent as food if

the values of the body length multiplied by the cube root of fatness peculiar to the species, are equal

$$l_i \sqrt[3]{f_i} = l_j \sqrt[3]{f_j} \quad \text{and}$$
$$l_i = l_j \sqrt[3]{f_j / f_i} \quad \text{are equivalent,}$$

where, l_i and l_j are the body lengths and f_i and f_j fatness peculiar to the species.

(iii) The upper limit of the size preference is different by species. If the fatness of Anchovy is 1.0, then the fatness of prey is an inverse proportion to the cube root of its fatness.

9. According to the three principles above, the predatory direction and quantity used, change in accordance with the time of hatching out. In general, the predation does not take place amongst fish which hatch out at the same time. A requisite for the Sardine and Round herring spawn prior to the other fish species is that the parent stocks of two species in question consist of old individuals.

10. Ninty-six percent of the clupeoid eaten by the predators are Shirasu-stage or postlarvae less than 30.0 mm in body length. Their adult forms are seldom invaded. This may be interpreted then, that after metamorphosis natural mortality may remarkably decrease. So that any control would be desirous on the small to medium-sized Sardine.

11. The number of Anchovy fry eaten by Jack mackerel, Round herring and mackerels is considered. It is supposed that the greatest amout of Anchovy- shirasu were invaded by these species in such a year as 1953 when the O-age Jack mackerel were very abundant in neritic waters.

Section 3.

The study of the stomach contents of predators has two main objects. One of them is the estimation of natural mortality of fish by predator especially predation upon the immature and the other is the estimation of the natal area relating to annual standing crops.

1. The samples of stomach contents of predator such as Skipjack, Yellowfin tuna, Bluefin tuna, Bigeye tuna, Albacore, Frigate mackerel, Spotted mackerel, Spanish mackerels, Dolphin fish and Yellowtails are collected from the sea area of KUMANO-NADA, off the coast Cape ASHIZURI, off the eastern coast of TANEGA-SHIMA, YAKU-SHIMA and the sea area extending from SATSUNAN to the Sulu Sea.

2. Fish species from the stomach of predators were very numerous, and geographical distribution of the main food fishes are given in plates.

The juveniles of Skipjack, Frigate mackerel and Spotted mackerel are mainly preyed upon in the sea area from SATSUNAN to off OKINAWA by Skipjack, and Bluefin tuna are occasionally eaten by Skipjack in the sea area of TOKARA.

The natal area of Spotted mackerel assumed to extend mainly from the sea area near TOKARA to SAKISHIMA Isls, are preyed upon very heavily by Skipjack.

The spawning area of Skipjack and Frigate mackerel assumed to extend in a wide area from south to north. In the sea area near TOKARA numerous juveniles of Skipjack

are eaten by Yellowfin tuna in early summer. In the area of KUMANO-NADA, numerous Anchovy and Spanish mackerel are fed upon by Bigeye tuna, but off coast of ASHIZURI the food of predators consists of very rare species as the commercial catch.

3. The spawning seasons and areas of the following species are assumed;-

(i) Spotted mackerel ; The main spawning area is mentioned above, and main spawning season supposed to lie between February and April.

(ii) Skipjack ; Spawning area may extend from the Equatorial seas to near TOKA-RA, and the spawning season to be from November or December in southern sea area to May in the sea area of TOKARA. The spawning season of Frigate mackerel is longer than that of Skipjack and extends to July. The spawning area sometimes extend to the TOSA Bay.

(iii) Bluefin tuna ; The main spawning area during the period of these studies extened from the off the coast of Formosa to near the sea of TOKARA, and the spawning season is estimated to be from March to May or June. Heavy spawning of Jack mackerel occurs in the western sea area of SATSUNAN Islands during the season February to March.

4. In the sea area of the KUMANO-NADA and TOKARA, sharply marked ecotones often appear and serious predator-prey relation between the different fish communities occur as edge effects. In the KUMANO-NADA there may be predation upon the adult fish such as Anchovy, Saury and Spanish mackerel by Bigeye tuna and this should be regarded as the natural mortality of the prey species, but in the sea near the TOKARA main predation by Skipjack and Yellowfin tuna is on the juveniles of Spotted mackerel and Skipjack. These predations may introduce the ecological moment of the prey species.

5. It seems that the fish such as the Myctophidae, Gonorhynchus, Stolephorus and Acinaceidae are the main natural food organisms of Skipjack and Tunas.

Section 4.

1. This section consists of two main themes introduced by the proceeding studies (Section 1 to Section 3) and long term statistics of catch. One of them is the classification of fish communities in the seas surrounding the Japanese Islands with regard to age determinations indicating the sub-populations of some commercially important fishes in a community, and the other is a treatise on competition within or between the communities.

Added to above-mentioned studies, the migrations of fish divided into two categories (feeding and spawning) the habitats of the fish are more sharply distinguished.

2. The predator-prey relationship is summarized as follows:-

a. Density of predation is regulated by density of encounter of both prey and predator within the size preference of predator.

b. Cannibalism; This may be a phenomena of the edge effect.

c. Interspecies predation ;

(i). Predation upon the adult population by man may be called the fishing effect, and by fishes may be called natural mortality or mutual transformations of fish to high trophic levels.

(ii). The predation upon the immature stage in the nursery area by humans, or fish or both often may introduce the ecological moment. The author terms this the "Effect of Nursery Area".